



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 18 896 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 06 F 15/173

⑳ Aktenzeichen: 199 18 896.3
㉑ Anmeldetag: 26. 4. 1999
㉒ Offenlegungstag: 2. 11. 2000

DE 199 18 896 A 1

Available Copy

㉓ Anmelder:
Müschenborn, Hans-Joachim, Dr., 53127 Bonn, DE

㉔ Vertreter:
Patentanwälte Reichel und Reichel, 60322 Frankfurt

㉕ Erfinder:
gleich Anmelder

㉖ Entgegenhaltungen:

| | |
|------|---------------|
| DE | 195 32 422 C1 |
| DE | 195 32 421 C1 |
| DE | 43 29 172 A1 |
| US | 58 52 751 |
| - WO | 97 36 444 A1 |
| US | 55 96 579 |
| US | 62 74 631 |
| EP | 07 05 463 B1 |
| EP | 08 83 310 A2 |
| EP | 08 76 067 A1 |

"gated.proto(4)" Manpage Digital UNIX V4.0E;
"tcp(7)" Manpage Digital UNIX V4.0E;
"inetd(8)" Manpage Digital UNIX V4.0E;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Logisches Netzwerksystem

㉘ Bestehende Netzwerksysteme erlauben nur die an die jeweiligen physikalischen Einheiten gebundene Punkt-zu-Punkt-Kommunikation zwischen genau zwei Prozessen. Die Auflösung von einheitenunabhängigen logischen Kennungen erfordert zusätzliche Transaktionen mit Netzwerk-Information- oder Directory-Services. Um mit mehreren Services zu kommunizieren, müssen Clients einzelne Verbindungen zu jedem der Services aufbauen. Die vorliegende Erfindung soll die einheitenunabhängige logische Kommunikation eines Peripherieprozesses mit einer beliebigen Anzahl anderer Peripherieprozesse in heterogenen Netzwerken unter Minimierung der notwendigen Kommunikationsverbindungen erlauben. Die vorliegende Erfindung realisiert die unter 2.1 genannte Aufgabe durch hierarchisch verbindbare sternförmige Netzwerksysteme, bestehend aus beliebig vielen homogenen oder heterogenen physikalisch verbundenen Einheiten, welche auf einer Zentraleinheit mindestens einen Zentralprozeß-Zentrale und auf einer der Einheiten Peripherieprozesse ausführen, wobei die Peripherieprozesse über mindestens eine stehende logische bidirektionale Verbindung mit einer Zentrale verbunden sind. Die Zentrale ordnet den Verbindungen der Peripherieprozesse logische Kennungen zu, wodurch die Peripherieprozesse unabhängig von ihren Einheiten mit ausgewählten Peripherieprozessen bzw. Verbindungen kommunizieren und gleichartige Peripherieprozesse für andere Peripherieprozesse transparent gegeneinander ausgetauscht werden können.

...

DE 199 18 896 A 1

DE 199 18 896 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft logische Netzwerksysteme zur Interprozesskommunikation in homogenen oder heterogenen Netzwerken gemäß einem der Ansprüche 1 bis 81.

Logische Netzwerksysteme bestehen aus einer oder mehreren Einheiten, welche physikalisch miteinander verbunden sind und zwei oder mehr Prozesse ausführen, die untereinander logische d. h. von der Art der physikalischen Übertragung unabhängige - Verbindungen aufbauen und über diese logischen Verbindungen Informationen austauschen können. Homogene Systeme umfassen gleichartige Einheiten, welche von gleichartigen Programmen gesteuert werden. Heterogene Systeme bestehen aus gleich- oder verschiedenartigen Einheiten, welche durch gleich- oder verschiedenartige Programme gesteuert werden, wobei die Netzwerkkomponenten der Steuerungsprogramme ein im gesamten Netzwerk einheitliches Protokoll zum Verbindungsaufbau und zur Informationsübertragung auf jeder am Netzwerk partizipierenden Einheit implementieren.

Nach dem Stand der Technik erfolgt der Aufbau logischer Verbindungen wie folgt:

Eine durch eine eindeutige physikalische Kennung identifizierte Einheit führt einen Prozeß (Server genannt) aus, der mindestens einen logischen Verbindungsendpunkt zur Verfügung stellt, welcher Endpunkt auf der den Server ausführenden Einheit durch eine lokale Kennung eindeutig identifiziert ist, und wartet anschließend bis ein anderer Prozeß (Client), welcher auf derselben oder einer anderen Einheit ausgeführt wird, eine Verbindung zu diesem Endpunkt anfordert. Vorausgesetzt die Einheiten, auf welchen Server und Client ausgeführt werden, sind physikalisch miteinander verbunden, benötigt der Client zum Verbindungsaufbau einerseits die eindeutige Identifikation der Einheit, auf welcher der Server ausgeführt wird, und andererseits die lokale Kennung des Verbindungsendpunktes, welchen der Server zur Verfügung stellt. Beide Informationen zusammen genügen, um den Verbindungsendpunkt eines Servers im gesamten Netzwerk eindeutig zu identifizieren. Hat ein Server eine Verbindungsanforderung eines Clients empfangen, entscheidet der Server über die Annahme oder Ablehnung der Anforderung. Eine Verbindung kommt nur zustande, wenn der Server die Anforderung gegebenenfalls nach einer positiv ausgefallenen Überprüfung der Zugangsberechtigung des Clients annimmt. Fällt die Überprüfung der Zugangsberechtigung des Clients negativ aus, bricht der Server den Verbindungsaufbau ab und es kommt keine Verbindung zustande. Nach diesem Mechanismus sind ausschließlich logische Punkt-zu-Punkt Verbindungen zwischen einem Client und einem Server aufbaubar. Logische Verbindungen zwischen zwei Clients, zwei Servern oder mehr als zwei Clients und/oder Servern sind nicht möglich.

Services nach dem Stand der Technik sind transaktionsorientierte Server, welche nach erfolgreichem Verbindungsaufbau auf eine Transaktionsanforderung seitens eines Clients warten, nach erfolgter Aufforderung eine bestimmte Aktion durchführen und anschließend gegebenenfalls dem Client das Resultat dieser Aktion übermitteln. Der gesamte Vorgang, von der Aufforderung bis zur Übermittlung des Resultates bezeichnet man als eine Transaktion. Die Transaktionsanforderung des Clients muß nicht notwendigerweise durch eine Nachricht erfolgen, sondern kann bereits durch den Verbindungsaufbau impliziert sein.

Eine Verbindung zwischen Service und Client kann sowohl nur für eine einzige Transaktion (temporäre Verbindung) als auch für mehrere Transaktionen (stehende Verbindung) bestehen. Nach Abschluß aller Transaktionen wird die Verbindung von einem der beiden Transaktionspartnern

2

geschlossen, woraufhin der andere Partner seinerseits die Verbindung schließt.

Ein typisches Beispiel solcher Netzwerke ist das Internet oder Internet-ähnliche Intranets, welche aus mehreren frei programmierbaren, physikalisch vernetzten Rechenmaschinen bestehen. Die Steuerung einer jeden Rechenmaschine erfolgt durch ein Betriebssystem, der Netzwerk- sowie den Anwendungsprogrammen. Homogene Systeme umfassen gleich- oder verschiedenartige Rechenmaschinen, welche von gleichartigen Betriebssystemen gesteuert werden. Heterogene Systeme bestehen aus gleich- oder verschiedenartigen Rechenmaschinen, welche durch gleich- oder verschiedenartige Betriebssysteme gesteuert werden. Die Netzwerkprogramme sind typischerweise nach dem ISO/OSI-Modell aufgebaut, verwenden das TCP/IP-Protokoll und dienen zum Informationsaustausch zwischen verschiedenen Softwarekomponenten, welche auf derselben oder verschiedenen gleich- oder verschiedenartigen Rechenmaschinen ausgeführt werden.

Typische Vertreter, welche nach dem beschriebenen Client/Server-Prinzip arbeiten, sind die Betriebssysteme Unix, Windows NT, OS/2 oder NetWare, sowie die Middleware DCF, TUXEDO oder CORBA.

Folgende Punkte wirken sich bei Netzwerken nach dem Stand der Technik als besonders nachteilig aus:

1. Das Client/Server-Prinzip erlaubt nur Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen einem Client und einem Server bzw. Service. Benötigt ein Client mehrere Services, muß er zu jedem Service eine separate Verbindung herstellen.
2. Sollen alle Komponenten eines Netzwerksystems willkürlich untereinander Verbindungen aufbauen können, muß jede Komponente gleichzeitig als Server und Client ausgelegt sein. Dies erhöht die Zahl der Server und damit das Sicherheitsrisiko dramatisch.
3. Sollen n Komponenten eines Systems untereinander kommunizieren, beträgt die Anzahl der benötigten bidirektionalen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen $\frac{n(n-1)}{2}$ und wächst proportional zu n^2 . Systeme dieser Art lassen sich nur unter unwirtschaftlichem großem Aufwand mit einer großen Anzahl von Komponenten betreiben und sind daher nicht beliebig skalierbar.
4. Die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems nimmt mit zunehmender Anzahl von Verbindungen ab, da das Risiko eines Verbindungsunterbruchs mit jeder zusätzlichen Punkt-zu-Punkt-Verbindung zunimmt.
5. Jede Einheit, welche einen Server ausführt, muß im gesamten Netzwerk eindeutig gekennzeichnet sein.
6. Clients müssen die Kennzeichnung der Einheit und die lokale Kennung des Verbindungsendpunktes eines Servers kennen, zu welchem sie eine Verbindung aufbauen wollen. Dies hat zur Folge, daß Server an ihre Einheit gebunden sind und nicht durch gleichartige Server auf anderen Einheiten ersetzt werden können, ohne daß dies den Clients bekannt sein muß. Der für die Clients transparente Ersatz eines Servers durch einen anderen auf einer anderen Einheit ist nach derzeitigem Stand der Technik nicht möglich.
7. In der Praxis stellt jeder Server ein potentielles Sicherheitsrisiko dar, da er alleine dafür verantwortlich ist, eine Verbindungsanforderung und Transaktionsanforderungen eines Clients anzunehmen bzw. auszuführen. Mit zunehmender Anzahl von Servern steigt auch das Sicherheitsrisiko des Gesamtsystems. Zur Erlangung eines definierten Sicherheitsstandards des Gesamtsystems müssen alle Server die gleichen Sicherheitsanforderungen erfüllen, da das Gesamtsystem nur

DE 199 18 896 A 1

3

so sicher ist wie der unsicherste Server.

8. Die Historie des Netzwerkes ist in Systemen nach dem Stand der Technik nur mit sehr hohem Aufwand nachzuvollziehen, da das Netzwerk nur auf physikalischer Ebene überwacht werden kann und die physikalisch übertragenen Daten erst in logisch sinnvolle Einheiten übersetzt werden müssen, bevor sie auf logischer Ebene sinnvolle Nachrichten oder Transaktionen ergeben. Dies gilt in besonderem Maße für Netzwerke auf TCP/IP-Basis, welche nur durch "Sniffen", d. h. direkte Analyse der physikalisch übertragenen Daten, vollständig überwacht werden können.

9. Zur Gewährleistung der Sicherheit bestehender Netzwerke werden derzeit sogenannte Firewalls eingesetzt, welche zwischen Clients und Services geschaltet sind und von bestimmten Quellen nur Nachrichten bestimmten Typs passieren lassen, so daß Clients nur zu denjenigen Services Verbindungen aufbauen und Transaktionen durchführen können, für welche sie autorisiert sind. Diese zusätzliche Filterung vermindert die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems.

Die zugrundeliegende Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein logisches Netzwerk zu realisieren, welches die obengenannten Nachteile beseitigt, insbesondere die Möglichkeit der einheitenunabhängigen logischen Kommunikation aller Komponenten untereinander bietet und dadurch den für die Clients transparenten Ersatz von Servern erlaubt, gleichzeitig die Übertragungszeit der einzelnen Nachrichten minimiert sowie ein Maximum an Zuverlässigkeit und Sicherheit gewährleistet.

Zur Lösung der Aufgabe bieten sich Netzwerke mit sternförmiger Architektur an. Sternförmige Netzwerke sind prinzipiell bereits aus verschiedenen anderen Anwendungsgebieten bekannt, die jedoch nicht für den Aufbau von logischen Netzwerken auf Prozeßebene geeignet sind, sondern nur für Verbindungen von physikalischen Peripherieeinheiten, wie z. B.: Telefonanlagen (z. B.: DE 43 29 172, EP 876067, EP 883310), Funknetze (WO 97/36444), physikalische Subnetze (US 5274631), ATM-Netze (DE 195 32 421/2), Netzwerk-Gateways (US 5596579), und erlauben nach Kenntnis des Autors nicht, mehrere voneinander unabhängige Verbindungen zwischen denselben Peripherieeinheiten bzw. -Prozessen und Zentrale. Auch die logische Adressierbarkeit einzelner Prozesse bzw. Verbindungen unabhängig von den physikalischen Kennungen der Einheiten und lokalen Kennungen der Verbindungsendpunkte ist nach Kenntnis des Autors in keinem System nach dem Stand der Technik realisiert.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe dient ein sternförmig aufgebautes logisches Netzwerk nach dem Obergriff des Anspruches 1 bestehend aus einer Zentraleinheit, welche einen Zentralprozeß - Zentrale genannt - ausführt und weiteren Prozessen - Peripherieprozesse genannt -, welche beliebig verteilt auf der Zentraleinheit oder einer mindestens mit der Zentraleinheit physikalisch verbundenen Peripherieeinheit ausgeführt werden und über eine oder mehrere stehende logische bidirektionale Kommunikationsverbindungen mit der Zentrale verbunden sind. Die Zentrale ordnet mindestens einer Verbindung eines Peripherieprozesses mindestens eine logische - d. h. an keine bestimmte physikalische Einheit gebundene - Kennung zu, so daß ein Peripherieprozeß allein aufgrund dieser logischen Kennung(en) indirekt über die Zentrale mit mindestens einem bestimmten Peripherieprozeß kommunizieren kann.

Die logische Kennung(en) müssen in einem Netzwerkssystem nach Anspruch 1 nicht notwendigerweise eine Verbindung oder einen Peripherieprozeß eindeutig kennzeich-

4

nen. Ein spezielles Ausführungsbeispiel eines Netzwerk-systems nach Anspruch 1 veranschaulicht Abb. 1. Es besteht aus der Zentraleinheit ZB und drei Peripherieeinheiten PE1-PE3, welche jeweils über die physikalischen Verbindungen V1-V3 mit der Zentraleinheit verbunden sind. Die Zentraleinheit führt den Zentralprozeß Z und einen Peripherieprozeß P1 aus, Einheit PE1 die Peripherieprozesse P2-P4, Einheit PE2 die Peripherieprozesse P5 und P6 und Einheit PE3 die Peripherieprozesse P7 und P8. Die Peripherieprozesse P2, P4, P6 und P8 sind über eine, P1 und P3 über zwei, P5 über drei und P7 über vier stehende logische bidirektionale Kommunikationsverbindungen mit der Zentrale verbunden.

Spezielle Ausführungen eines Netzwerk-systems nach Anspruch 1 schließen auch den Fall mit ein, daß alle Prozesse auf der Zentraleinheit ausgeführt werden.

Die besonderen Vorteile eines Netzwerk-systems nach Anspruch 1 sind, daß

1. die Peripherieprozesse lediglich über eine Verbindung zur Zentrale und über die Kenntnis einer logischen Kennung verfügen müssen, um mit anderen Peripherieprozessen indirekt über die Zentrale zu kommunizieren,
2. jeder Peripherieprozeß gleichzeitig mit mehreren anderen Peripherieprozessen kommunizieren kann, ohne weitere Verbindungen aufzubauen,
3. die Kommunikation unabhängig von der Einheit ist, auf welcher die Peripherieprozesse ausgeführt werden, insbesondere die Kommunikationspartner nicht die physikalischen Einheiten oder die lokalen Verbindungsendpunkte der Kommunikationspartner kennen müssen,
4. die Anzahl der benötigten stehenden logischen Kommunikationsverbindungen nur linear mit der Anzahl der Peripherieprozesse ansteigt,
5. alle Nachrichten die Zentrale passieren müssen, so daß die Zentrale auf logischer Ebene die Aktivität im Netzwerk beobachten, die komplette Historie des Netzwerkes chronologisch protokollieren und die Weiterleitung von unautorisierten Nachrichten verhindern kann,
6. die schnellstmögliche Übermittlung der Nachrichten von einem Peripherieprozeß zu einem anderen gewährleistet ist, da nur stehende Kommunikationsverbindungen verwendet werden und Totzeiten für Verbindungsauf- und -abbauen wegfallen, so daß ein Peripherieprozeß lediglich eine Nachricht an die Zentrale senden und die Zentrale diese Nachricht an den Kommunikationspartner weiterleiten muß. Ansprüche 2 bis 9 charakterisieren den Verbindungsaufbau zwischen der Zentrale und den Peripherieprozessen.

In einem Netzwerk-system nach Anspruch 2 ist die Zentrale zur Annahme einer Verbindung befähigt, und stellt jederzeit mindestens einen freien Verbindungsendpunkt zur Verfügung. Damit die zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozesse eine Verbindung zu diesem Endpunkt aufbauen können, muß die Zentraleinheit eine im gesamten Netzwerk eindeutige physikalische - d. h. an eine bestimmte physikalische Einheit gebundene - Kennung und die Verbindungsendpunkte der Zentrale eine auf der Zentraleinheit eindeutige lokale Kennung besitzen. Alle zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozesse verfügen über die Kenntnis der Kennung der Zentraleinheit und des Verbindungsendpunktes der Zentrale und initiieren den Verbindungsaufbau von sich aus.

Ein Ausführungsbeispiel des zeitlichen Ablaufes des Ver-

DE 199 18 896 A 1

5

bindungsaufbaus in einem Netzwerksystem nach Anspruch 2 ist im oberen Teil von Abb. 2 (gekennzeichnet mit "Verbindungsaufbau System-Service" und "Verbindungsaufbau Service-Client") anhand von zwei Peripherieprozessen - System-Service und Service-Client genannt - wiedergegeben. Zu Beginn stellt die Zentrale in ihrem Hauptthread einen freien Verbindungsendpunkt zur Verfügung und wartet auf eine Verbindungsanforderung. Ein Peripherieprozeß fordert unmittelbar nach seinem Start eine Verbindung zur Zentrale an (N1 & N3). Die Zentrale überprüft die Zugangsberechtigung des Peripherieprozesses, ordnet bei positivem Ausfall der Überprüfung der neuen Verbindung spezifische Zugangsdaten zu, startet einen neuen Thread, welcher jede weitere Kommunikation mit dem Peripherieprozeß abwickelt, und schließt den Verbindungsaufbau mit der Übermittlung der Zugangsdaten (N2 & N4) ab. Parallel dazu erzeugt der Hauptthread der Zentrale einen neuen freien Verbindungsendpunkt unter derselben lokalen Kennung wie anfänglicher Verbindungsendpunkt und wartet auf die nächste Verbindungsanforderung, so daß der nächste Peripherieprozeß (Service-Client) nach dem gleichen Ablauf seine Verbindung zur Zentrale aufbauen kann. Fällt die Zugangsprüfung negativ aus, bricht die Zentrale den Verbindungsaufbau ab und es kommt keine Verbindung zustande.

In einem Netzwerksystem nach Anspruch 3 ist mindestens ein Peripherieprozeß zur Aufnahme einer Verbindung geeignet und stellt mindestens einen freien Verbindungsendpunkt zur Verfügung. Die Zentrale ist in diesem Fall zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeignet und initiiert selbständig Verbindungsaufbauten zu zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozessen. Damit die Zentrale eine Verbindung zu einem Peripherieprozeß aufbauen kann, muß die Einheit, welche den zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozeß ausführt, eine im gesamten Netzwerk eindeutige Kennung, der Verbindungsendpunkt des Peripherieprozesses eine auf der ihn ausführenden Einheit eindeutige lokale Kennung besitzen und beide Kennungen der Zentrale bekannt sein.

Ein Ausführungsbeispiel des zeitlichen Ablaufes des Verbindungsaufbaus in einem Netzwerksystem nach Anspruch 3 ist im oberen Teil von Abb. 3 (gekennzeichnet mit "Verbindungsaufbau zu System-Service" und "Verbindungsaufbau zu Service-Client") anhand von zwei Peripherieprozessen - System-Service und Service-Client genannt - wiedergegeben. Die Zentrale liest alle Peripherieprozesse mit ihren physikalischen und lokalen Kennungen aus ihrer Datenbasis ein, zu welchen sie eine Verbindung aufbauen soll. Für jede aufzubauende Verbindung startet die Zentrale einen neuen Thread und sendet eine Anforderung zum Verbindungsaufbau (N1 & N4) an den Peripherieprozeß. Der Peripherieprozeß stellt einen lokal eindeutig gekennzeichneten Verbindungsendpunkt zur Verfügung und wartet auf eine Verbindungsanforderung. Nach Empfang einer Verbindungsanforderung überprüft der Peripherieprozeß die Zugangsberechtigung der Zentrale. Fällt diese Überprüfung negativ aus, bricht der Peripherieprozeß den Verbindungsaufbau ab und es kommt keine Verbindung zustande, fällt genannte Überprüfung positiv aus, akzeptiert der Peripherieprozeß die Verbindung (N2 & N5), und erhält zum Abschluß des Verbindungsaufbaues die Zugangsdaten nach ihrer Zuordnung von der Zentrale übermittelt (N3 & N6). Der Verbindungsaufbau zu weiteren Peripherieprozessen erfolgt nach demselben Schema, wobei die Threads der Zentrale, welche den Verbindungsaufbau durchführen, auch während des Verbindungsaufbaues parallel ausgeführt werden können.

In keinem der Netzwerksysteme nach einem der Ansprüche 2 oder 3 besteht die Möglichkeit der direkten Kommunikation unter den Peripherieprozessen, wenn alle Peripherie-

6

prozesse entweder nur zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues zur Zentrale geeignet sind oder die zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozesse nur Verbindungen von der Zentrale akzeptieren.

5 Anspruch 3 umfaßt sowohl den Fall, daß alle Peripherieprozesse zur Aufnahme einer Verbindung geeignet sind und nur Verbindungen von der Zentrale akzeptieren, als auch den Fall, daß ein Teil der Peripherieprozesse nach Anspruch 2 zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues zur Zentrale geeignet sind und ein anderer Teil zur Aufnahme einer Verbindung von der Zentrale geeignet sind, wobei die Zentrale von sich aus nur Verbindungen zu Peripherieprozessen aufbaut, welche zur Aufnahme einer Verbindung von der Zentrale geeignet sind.

15 Besondere Vorteile eines Netzwerksystems nach Anspruch 2 sind, daß die Zugangsüberprüfung von der Zentrale durchgeführt wird und es nur einen Zugang zum Gesamtsystem gibt, welcher a) eindeutig lokalisiert ist, b) sehr gut überwacht werden kann und c) mit verhältnismäßig geringem Aufwand absicherbar und wartbar ist. In einem Netzwerksystem nach Anspruch 3 hingegen führt jeder zur Aufnahme einer Verbindung geeignete Peripherieprozeß seine eigene Zugangsüberprüfung durch, so daß sich die Sicherheitsrisiken allein durch die größere Anzahl von Systemzugängen erhöhen.

20 In einem Netzwerksystem nach Anspruch 2 müssen die Peripherieeinheiten nicht notwendigerweise im gesamten Netzwerk eindeutig gekennzeichnet sein. Dies verunmöglicht es jedoch zusätzliche Bedingungen für den Zugang zur Zentrale zu stellen, welche die Ausführungseinheit eines Peripherieprozesses einschränken. Diesen Mangel behebt ein Netzwerksystem nach Anspruch 4.

In einem Netzwerksystem nach Anspruch 5 ist die logische Kennung, welche eine Verbindung zu einem Peripherieprozeß von der Zentrale während des Verbindungsaufbaues zugeordnet bekommt, innerhalb der Zentrale für den jeweiligen Peripherieprozeß eindeutig, wodurch die Peripherieprozesse die Möglichkeit erhalten, mit eindeutig bestimmten Peripherieprozessen zu kommunizieren. Baut ein Peripherieprozeß mehrere Verbindungen zur Zentrale auf, erhalten diese dieselbe logische Kennung. Diese Eigenschaft ist besonders dann von Vorteil, wenn ein Peripherieprozeß einem bestimmten Peripherieprozeß Informationen übermitteln möchte und es unerheblich ist, über welche Verbindung diese Informationen zum Ziel gelangen.

35 In einem Netzwerksystem nach Anspruch 6 ist die logische Kennung, welche eine Verbindung zu einem Peripherieprozeß von der Zentrale während des Verbindungsaufbaues zugeordnet bekommt, innerhalb der Zentrale eindeutig, wodurch die Peripherieprozesse die Möglichkeit erhalten, mit eindeutig bestimmten einzelnen Verbindungen eines Peripherieprozesses zu kommunizieren. Diese Eigenschaft ist besonders dann von Vorteil, wenn ein Peripherieprozeß mehrere Verbindungen mit unterschiedlichen Funktionalitäten zur Zentrale aufbaut und ein anderer Peripherieprozeß gezielt eine dieser Funktionalitäten nutzen möchte. Die eindeutige logische Adressierbarkeit einzelner Verbindungen ist beispielsweise bei Anspruch 23 von großer Bedeutung.

40 Ein Netzwerksystem nach Anspruch 7 erlaubt es, die Zugangsbedingungen während der Laufzeit des Systems zu verändern, wobei die bestehenden Verbindungen die neuen Zugangsbedingungen erfüllen müssen, andernfalls abgebrochen werden und gegebenenfalls nach den neuen Zugangsbedingungen erlaubte Verbindungen entweder bei ihrer Anforderung akzeptiert oder automatisch aufgebaut werden. Auch in diesem Zusammenhang ist ein Netzwerksystem nach Anspruch 2 gegenüber einem System nach Anspruch 3 vorzuziehen, da die Zugangsbedingungen in ersterem Fall

DE 199 18 896 A 1

7

(Anspruch 2) ausschließlich in der Zentrale vorliegen müssen, während sie im zweiten Fall (Anspruch 3) zu allen Peripherieprozessen kommuniziert werden müssen, welche zur Aufnahme einer Verbindung von der Zentrale geeignet sind.

Ansprüche 9 und 10 behandeln den Fall eines Verbindungsunterbruchs zwischen Peripherieprozeß und Zentrale. In beiden Ansprüchen werden unterbrochene Verbindungen von den entsprechenden Seiten (Peripherieprozeß bei Anspruch 2) bzw. (Zentrale bei Anspruch 3) automatisch sobald wie möglich wieder aufgebaut. Dies setzt natürlich voraus, daß die jeweiligen Prozesse die Fähigkeit besitzen Verbindungsunterbrüche zu detektieren und daß nach einem Verbindungsunterbruch die Voraussetzungen zum erneuten Verbindungsaufbau wieder gegeben sind. Die Detektion eines Verbindungsunterbruchs kann beispielsweise durch Auswertung von Fehlersituationen bei der Informationsübertragung über die Verbindungen geschehen oder durch einen separaten Thread realisiert werden, welcher in regelmäßigen Abständen die Funktionsfähigkeit der Verbindungen überprüft. Die Wiederherstellung der Voraussetzung zu einem erneuten Verbindungsaufbau kann entweder automatisch durch das Netzwerksystem selbst erfolgen (siehe auch Anspruch 22) oder einen manuellen Eingriff eines Operators erfordern. Ansprüche 11 bis 19 betreffen die Art der Nachrichtenübermittlung durch die Zentrale.

In einem Netzwerksystem nach Anspruch 11 fügt ein Peripherieprozeß (Sender) einer Nachricht die logische Kennung mindestens einer Verbindung eines Peripherieprozesses (Empfänger) hinzu und sendet die Nachricht zusammen mit den Kennungen der Empfangsverbindungen an die Zentrale. Die Zentrale analysiert die Nachricht nach ihrer Qualität und den Empfangsverbindungen und leitet die Nachricht gegebenenfalls nach einer positiv ausgefallenen Authentifizierungsprüfung via der in der Nachricht angegebenen Empfangsverbindungen an die Empfänger weiter. Dabei ist es unerheblich, ob die logischen Kennungen der Empfangsverbindungen eindeutig sind oder nicht. Sind die logischen Kennungen mehrdeutig, leitet die Zentrale die Nachricht an mindestens eine der Empfangsverbindungen mit der angegebenen Kennung weiter. Ferner ist auch der Fall eingeschlossen, daß die Kennung der Sendeverbindung als Empfangskennung in der Nachricht enthalten ist. In diesem Fall leitet die Zentrale die Nachricht auch an die Sendeverbindung weiter (Loop-Back). Loop-Back-Nachrichten sind zum Beispiel im Zusammenhang mit Guards (Anspruch 22 oder 23) zum Testen der Funktionsfähigkeit der Zentrale von Bedeutung.

Ansprüche 12 und 13 spezifizieren, wie die Zentrale mit Nachrichten verfährt, welche keine logischen Kennungen von Empfangsverbindungen enthalten. Eine Zentrale nach Anspruch 14 fügt vor der Weiterleitung den Nachrichten die logische Kennung der Sendeverbindung hinzu, so daß die Empfänger mit der Nachricht auch die logische Kennung der Sendeverbindung erhalten und dem Sender gegebenenfalls antworten können.

Ansprüche 15 bis 19 legen fest, wie die Zentrale mit Nachrichten verfährt, deren Authentifizierungsprüfung negativ ausfiel (Anspruch 15), die an einen temporär nicht mit der Zentrale verbunden Empfänger gerichtet sind (Ansprüche 18 und 19) und den Sender darüber informiert, an welche Empfangsverbindungen eine Nachricht weitergeleitet wurde (Anspruch 16) bzw. an, welche Empfangsverbindungen eine Nachricht nicht weitergeleitet werden konnte (Anspruch 17).

Ansprüche 19 bis 23 charakterisieren spezielle Peripherieprozesse – System-Service, Service-Client und Guard genannt –, deren Verbindungen sich unabhängig vom Verbin-

8

dungsaufbau zur Zentrale in ihrer Funktionalität unterscheiden. Die Interaktion zwischen Service-Client und System-Service erfolgt auf Basis sogenannter Transaktionen, welche aus einer Transaktionsaufforderung, die der Service-Client via der Zentrale an einen System-Service schickt, der Transaktionsausführung seitens des System-Services und gegebenenfalls eines Transaktionsresultates, welches der System-Service via der Zentrale an den Service-Client schickt, bestehen. System-Services sind in dem Sinne passiv aufgebaut, in dem sie nach dem Verbindungsaufbau mit der Zentrale auf eine Transaktionsaufforderung eines Service-Clients warten, nach Eintreffen einer solchen Aufforderung vordefinierte Aktionen durchführen, gegebenenfalls ein Resultat an den Sender der Transaktionsaufforderung senden und anschließend auf die nächste Transaktionsaufforderung warten. Service-Clients spielen dagegen in dem Sinne eine aktive Rolle, in dem sie zuerst Transaktionsaufforderungen an System-Services senden, anschließend gegebenenfalls das Resultat der Transaktion empfangen und in Abhängigkeit von dem empfangenen Resultat und ihrer sonstigen Aufgaben gegebenenfalls weitere Transaktionen durchführen.

Anspruch 22 beschreibt spezielle Peripherieprozesse – Guards genannt –, welche Überwachungsfunktionen wahrnehmen und bei festgestelltem Fehlverhalten Maßnahmen einleiten, um den Fehler automatisch zu beheben oder an andere Peripherieprozesse oder einen Operator zu melden. So kann ein Guard, welcher beispielsweise in regelmäßigen Abständen die Funktionsfähigkeit der Zentrale mit Hilfe von Loop-Back-Nachrichten überprüft, ein Fehlverhalten der Zentrale feststellen und zur Korrektur die Zentrale terminieren und erneut starten. Auch die Überwachung von wichtigen System-Services ist mit Hilfe von Guards realisierbar, welche als Service-Clients ausgeprägt sind, zur Überwachung der System-Services gezielte Test-Transaktionen durchführen und im Falle eines Fehlers den betreffenden System-Service terminieren und gegebenenfalls auf einer anderen Einheit erneut starten.

Abb. 4 illustriert ein Ausführungsbeispiel eines Netzwerksystems nach den Ansprüchen 20 bis 22. Die Zentrale Z ist mit drei System-Services S1-S3, einem Guard G und vier Service-Clients SC1-SC4 verbunden. Alle Service-Clients sind nach Anspruch 21, der Guard nach Anspruch 22 und die System-Services S2 und S3 nach Anspruch 20 gear-
40 tet. System-Service S1 ist nach Anspruch 23 ausgeprägt und unterhält gleichzeitig in Thread T1 eine System-Service-Verbindung SSV und in Thread 2 eine Service-Client-Verbindung SCV zur Zentrale. Die Zentrale, der Guard und die System-Services bilden zusammen das Kernsystem KS. Aus Sicht der Service-Clients bildet das Kernsystem eine "Black Box", welche ihnen nach einem Verbindungsaufbau die Funktionalitäten der System-Services zur Verfügung stellt.

Der zeitliche Ablauf einer Transaktion in einem Netzwerksystem nach Anspruch 2 und den Ansprüchen 20 bis 21 ist im unteren Teil der Abb. 2 ("Transaktion 1" bzw. erster Teil von "Transaktion 2") dargestellt. Der Service-Client sendet die Transaktionsaufforderung zusammen mit der Kennung des System-Services an die Zentrale (N5 bzw. N9), welche die Nachricht in dem für den Service-Client gestarteten Thread empfängt. Nach einer positiv ausgefallenen Authentifizierungsprüfung AP1 (bzw. AP3) leitet die Zentrale die Nachricht an den adressierten System-Service weiter (N6 bzw. N10). Der System-Service empfängt seinerseits die Aufforderung, führt in Abhängigkeit von der Aufforderung eine vordefinierte Aktion durch und sendet das Resultat dieser Aktion zusammen mit der Kennung des Service-Clients an die Zentrale (N7), welche ihrerseits wiederum die Nachricht gegebenenfalls nach einer positiv ausgefallenen

DE 199 18 896 A 1

9

Authorisierungsprüfung AP2 an den Service-Client weiterleitet. Mit dem Empfang des Transaktionsresultates seitens des Service-Clients ist die Transaktion abgeschlossen, wonach der Service-Client auf das Resultat reagiert und gegebenenfalls die nächste Transaktion initiiert ("Transaktion 2"). Transaktion 2 ist auf der Abb. 2 nicht mehr vollständig dargestellt und verdeutlicht lediglich die zeitliche Sequenz der Transaktionen.

Trotz des unterschiedlichen Verbindungsaufbaues, unterscheidet sich der zeitliche Ablauf einer Transaktion in einem Netzwerksystem nach Anspruch 3 und Ansprüchen 20 bis 21 nicht gegenüber dem oben dargestellten Transaktionsablauf (siehe auch unterer Teil von Abb. 3 ("Transaktion 1" bzw. erster Teil von "Transaktion 2")). Hier bezeichnen N7 bzw. N11 die Übertragung der Transaktionsaufforderung vom Service-Client zur Zentrale, N8 bzw. N12 die Weiterleitung der Aufforderung an den System-Service, N9 die Übertragung des Transaktionsresultates an den Service-Client und AP1-AP3 die jeweiligen Authorisierungsprüfungen vor der Weiterleitung der Nachrichten seitens der Zentrale.

Die Unterscheidung zwischen aktiven (Service-Clients) und passiven (System-Services) Peripherieprozessen hat vor allem das Ziel Deadlocks zu verhindern, welche beispielsweise dann auftreten, wenn ein Prozeß eine Transaktionsaufforderung erhält während er auf das Resultat einer selbst-initiierten Transaktion wartet. In diesem Zusammenhang ist besonders die Kombination eines System-Services und eines Service-Clients in einem Peripherieprozeß (Anspruch 23) von großer Bedeutung: Benötigt ein System-Service Informationen anderer System-Services, ist es vorteilhaft die Transaktionen mit anderen System-Services in einem parallelen Thread über eine separate Verbindung zur Zentrale durchzuführen, über welche der System-Service als Service-Client gegenüber anderen System-Services auftritt. Dies setzt natürlich voraus, daß die beiden Verbindungen des System-Services unterschiedliche Kennungen von der Zentrale zugeordnet bekommen, damit potentielle Sender sie unterscheiden können. So lassen sich Deadlock-Situationen, Timing-Probleme oder Fehlinterpretationen eintreffender Nachrichten von vorne herein sehr einfach und effizient vermeiden.

System-Services nach einem der beschriebenen Ansprüche haben gegenüber traditionellen Services nach dem Client/Server-Prinzip folgende entscheidenden Vorteile:

1. ein System-Service benötigt nur eine Verbindung zur Zentrale,
2. der Zugang zu einem System-Service erfolgt indirekt über die Zentrale, so daß die Zentrale den gesamten Nachrichtenverkehr überwachen und gegebenenfalls nicht autorisierte Transaktionsaufforderungen blockieren kann, wodurch Firewalls überflüssig werden,
3. ein System-Service ist nicht an eine bestimmte Einheit und einen bestimmten Verbindungsendpunkt gebunden sondern allein über seine logische Service-Kennung adressierbar,
4. die Verwaltung der logischen Kennungen erfolgt in der Zentrale und bedarf keiner zusätzlichen Transaktionen seitens eines Service-Clients, so daß eine explizite Auflösung von logischen Namen über Network-Information-, Directory- oder ähnliche Services entfallen kann,
5. ein System-Service kann für die Service-Clients transparent durch einen gleichartigen auf derselben oder einer anderen Einheit ausgeführten System-Service ersetzt werden,

10

6. die Verfügbarkeit des Kernsystems kann durch gleichartige redundante System-Services erhöht werden (siehe weiter unten und Anspruch 27),

7. mit einer einzigen Verbindung zur Zentrale erhalten Service-Clients die Möglichkeit mit allen System-Services zu kommunizieren, so daß der häufige und zeit-aufwendige Verbindungsauf- bzw. -abbau zu bzw. von oder die Unterhaltung mehrerer paralleler Verbindungen zu verschiedenen traditionellen Services entfallen kann,

8. zur Durchführung einer Transaktion werden lediglich vier Nachrichten über das physikalische Netzwerk übertragen, wodurch die Transaktionszeit gegenüber traditionellen Systemen erheblich verkürzt wird.

Letzterer Punkt kann jedoch bei großen Nachrichtenavolumina und ungünstig ausgelegten physikalischen Netzwerkverbindungen im Vergleich zum direkten Informationsaustausch zwischen traditionellen Client/Service-Systemen das gesamte über das physikalische Netzwerk übertragene Informationsvolumen signifikant erhöhen, da in traditionellen Systemen abgesehen vom Verbindungsauf- und -abbau zwei Nachrichten für eine Transaktion ausreichen.

In einem Netzwerksystem nach den bisher besprochenen Ansprüchen bildet, wie in jedem sternförmigen System, die Zentrale einen Single Point of Failure, d. h. ein Ausfall der Zentrale führt zu einem totalen Systemausfall. Der Ausfall eines oder mehrerer System-Services dagegen führt in der Regel lediglich zu einem Ausfall von Teilfunktionalitäten des Kernsystems. Durch gegenseitige Abhängigkeiten können auch in letzterem Fall andere prinzipiell noch funktionsfähige Teilbereiche betroffen sein. Deides, der Ausfall der Zentrale oder eines System-Services, ist für Mission Critical Anwendungen nicht akzeptabel. Eine Verbesserung der Zuverlässigkeit kann durch redundante Zentralen (Ansprüche 24 bis 26) oder redundante System-Services (Anspruch 27 bis 38) erreicht werden.

Ein Netzwerksystem nach Ansprüchen 24 bis 26 besitzt zwei oder mehrere redundante Zentralen, zu welchen die Peripherieprozesse gleichzeitig parallele Verbindungen aufbauen können. Bei Ausfall einer Zentrale leiten die Peripherieprozesse unmittelbar ihre Nachrichtenströme über eine der anderen Zentralen, so daß das Gesamtsystem ohne Totzeit weiterarbeitet. Nach Wiederverfügbarkeit der ausgefallenen Zentrale bauen alle Peripherieprozesse ihre Verbindung zu der wieder zur Verfügung stehenden Zentrale erneut auf, wonach das Gesamtsystem wieder seinen ursprünglichen Zustand erreicht.

Abb. 5 illustriert ein Beispiel eines Netzwerksystems nach Ansprüchen 2 und 24 bis 26. Zentrale Z bildet die primäre Zentrale des Systems, Zentrale Z' läuft zur Sicherheit parallel zu Z im Hintergrund. Beide Zentralen werden von Guard G überwacht und im Fehlerfall erneut gestartet. System-Service S2 unterhält parallele Verbindungen zu Z und Z'. Service-Clients SC2 & SC3 wickeln ihren Nachrichtenverkehr zunächst ausschließlich über Z ab. Bei Ausfall von Z schalten sie selbsttätig auf Z' um und können ohne Ausfallzeit weiter mit System-Service S2 kommunizieren. System-Services S1 & S3 dagegen unterhalten keine Verbindung zu Z' und sind nach einem Ausfall von Z nicht mehr erreichbar. Guard G detektiert den Ausfall von Z und startet Z erneut. Sobald Z wieder zur Verfügung steht, bauen G, S1-S3, SC1-SC3 ihre Verbindungen zu Z wieder auf, wonach das System wieder in seinem ursprünglichen Zustand vollständig zur Verfügung steht. Service-Client SC1 ist ausschließlich mit Z verbunden und kann bei einem Ausfall von Z mit keinem anderen Peripherieprozeß kommunizieren, solange bis Z wieder zur Verfügung steht und alle Verbindun-

DE 199 18 896 A 1

11

gen zu Z erneut aufgebaut wurden.

Anspruch 27 kennzeichnet ein Netzwerksystem nach den vorherigen Ansprüchen dessen Zuverlässigkeit durch redundante System-Services weiter erhöht werden kann. In einem solchen System können mehrere gleichartige System-Services gleichzeitig mit einer oder mehreren Zentralen verbunden sein. Jede Zentrale ordnet allen gleichartigen System-Services, welche gleichzeitig mit ihr verbunden sind, dieselbe logische Kennung Service-Kennung genannt zu. Schickt ein Service-Client eine Transaktionsaufforderung an diese Service-Kennung, bestimmt die Zentrale, zu welchen System-Services die Aufforderung weitergeleitet und wie das Transaktionsresultat ermittelt werden soll.

Zur Bestimmung des Transaktionsresultates bei redundanten System-Services, gibt es mehrere Strategien, welche in den Ansprüchen 28 bis 38 beschrieben sind.

1. Jede Zentrale leitet die Transaktionsaufforderung an genau einen der mit ihr verbundenen gleichartigen System-Services weiter, welcher anschließend die Transaktion ausführt und gegebenenfalls das Resultat an den Service-Client sendet (Anspruch 28).
2. Jede Zentrale leitet die Transaktionsaufforderung an mindestens einen der mit ihr verbundenen gleichartigen System-Services weiter (Anspruch 29). In diesem Fall schickt jeder der System-Services, welcher die Transaktionsaufforderung erhalten hat, gegebenenfalls ein Transaktionsresultat an die Zentrale. Ansprüche 30 bis 34 beschreiben, wie aus den gegebenenfalls mehreren Transaktionsresultaten das endgültige Transaktionsresultat ermittelt werden kann.
3. Jede Zentrale leitet die Transaktionsaufforderung an alle mit ihr verbundenen gleichartigen System-Services weiter und bestimmt genau einen der gleichartigen System-Services als Master-System-Service, welcher gegebenenfalls das Transaktionsresultat an den Service-Client sendet (Ansprüche 35 bis 38).

Bei redundanten System-Services ist es besonders vorteilhaft, wenn die Transaktionsresultate von keinen durch vorherige Transaktionen bestimmten internen Daten eines System-Services abhängen. In diesen Fällen ist es unerheblich, welcher der redundanten System-Services die Transaktion ausführt.

Hängt dagegen das Resultat der durchzuführenden Transaktion von internen Daten des System-Services ab, welche sich gegebenenfalls aus vorherigen Transaktionen ergeben, müssen die internen Daten aller gleichartigen System-Services stets untereinander synchronisiert werden, da sonst verschiedene gleichartige System-Services verschiedene Transaktionsresultate zu derselben Transaktion liefern würden und nicht gegeneinander ausgetauscht werden können.

Den Vorgang der Synchronisierung der internen Daten gleichartiger System-Services betreffen Ansprüche 36 und 38. Die Zentrale leitet zu diesem Zweck alle Transaktionsaufforderungen an alle gleichartigen System-Services derselben Service-Kennung weiter, woraufhin alle gleichartigen System-Services ihre internen Daten aktualisieren (Anspruch 36). Damit ist zwar die fortlaufende Aktualisierung der internen Daten gleichartiger System-Services gesichert, jedoch noch nicht ihre tatsächliche Übereinstimmung, da die System-Services eventuell von verschiedenen Datenständen ausgegangen sind oder eine oder mehrere Transaktionsaufforderungen nicht erhalten haben, z. B. wegen temporärem Ausfall. Erst der direkte Abgleich der internen Daten zwischen Master-System-Service und Hintergrund-System-Services (Anspruch 38) garantiert, daß alle gleichartigen System-Services zu einem gegebenen Zeitpunkt über

12

dieselben internen Daten verfügen. Der beste Zeitpunkt für einen solchen Abgleich ist unmittelbar nach dem Start eines Hintergrund-System-Service. Auch ein regelmäßiger Datenabgleich, z. B.: während transaktionsarmen Zeiträumen, ist trotz des sequentiellen Nachführens von Zeit zu Zeit aus Konsistenzgründen vorteilhaft. Mit Hilfe des punktuellen Abgleiches und dem sequentiellen Fortschreiben kann gewährleistet werden, daß die internen Daten gleichartiger System-Services zu jedem Zeitpunkt übereinstimmen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung damit gleichartige System-Services mit internen Daten zu jedem Zeitpunkt gegeneinander ausgetauscht werden können.

Master-System-Services gelten nur für die jeweilige Verbindung zu einer bestimmten Zentrale als solche. Ist ein System-Service mit mehreren Zentralen verbunden, kann er durchaus bei der einen Zentrale als Master-System-Service agieren und bei der anderen als Hintergrund-System-Service.

Bei Ausfall eines Master-System-Service bestimmt die Zentrale automatisch einen der gleichartigen Hintergrund-System-Services als neuen Master-System-Service. Dieser Vorgang erfolgt für die Service-Clients vollkommen transparent und praktisch ohne Totzeit. Nach Neustart des ausgefallenen System-Services, meldet sich dieser wieder bei allen Zentralen an, mit welchen er vorher verbunden war. Existiert zu diesem Zeitpunkt noch kein Master-System-Service dergleichen Art an einer Zentrale, erfolgt die Wiederanmeldung an dieser Zentrale als Master-System-Service, andernfalls im Hintergrund-Modus. Anschließend steht das System wieder in seiner ursprünglichen Konfiguration vollständig zur Verfügung.

Alternativ zu dem beschriebenen Verfahren zur Synchronisierung der internen Daten gleichartiger System-Services besteht die Möglichkeit, diese Daten nicht intern innerhalb eines System-Services zu speichern, sondern an einem von allen anderen gleichartigen System-Services zugänglichen Ort. Dies könnte beispielsweise ein nichtflüchtiges Speichermedium oder ein anderer System-Service sein. In diesen Fällen können die gleichartigen System-Services wie nach Anspruch 28 behandelt werden.

Abb. 6 stellt eine spezielle Implementierung eines Netzwerksystems nach Anspruch 27 dar. In diesem System werden zwei System-Services vom Typ S2 parallel ausgeführt (S2 und S2'). Beide bauen sowohl Verbindungen zur Zentrale Z als auch zur Backup-Zentrale Z' auf und erhalten von Z und Z' die Service-Kennung "S2" zugeordnet. Zunächst leitet Zentrale Z alle Transaktionsaufforderungen an Service-Kennung "S2" an S2 weiter. Bei Ausfall von S2 werden alle weiteren Transaktionsaufforderungen automatisch an S2' umgeleitet und ausgeführt. Nach erneutem Start verbindet sich S2 wieder mit Z und Z', wonach die Transaktionen wieder durch S2 durchgeführt werden können. Das Beispiel übersteht auch den gleichzeitigen Ausfall von Z und S2, da mit Z' und S2' unmittelbar verfügbare Alternativen bereitstehen. Dies gilt jedoch nicht für System-Services S1 und S3, da sie nicht mit Z' verbunden sind und nach einem Ausfall von Z nicht mehr erreichbar sind.

Die maximale Anzahl von Peripherieprozessen, welche mit einer Zentrale gleichzeitig verbunden sein können, ist mindestens durch die der Zentralen zur Verfügung stehenden Ressourcen (wie z. B.: Hauptspeicherkapazität oder Anzahl der Verbindungsendpunkte) nach oben beschränkt. Werden mehr Peripherieprozesse benötigt als eine Zentrale handhaben kann, besteht die Möglichkeit mehrere Netzwerksysteme mit eigenen Zentralen parallel laufen zu lassen. Eine solche Konfiguration bildet jedoch noch kein Gesamtsystem, sondern lediglich eine Menge unabhängiger Einzelsysteme, welche nicht untereinander kommunizieren

DE 199 18 896 A 1

13

können.

Ansprüche 39 bis 68 beschreiben Netzwerksysteme, welche mindestens aus zwei untereinander zu einer beliebigen Topologie verbundenen Subsystemen bestehen. Dabei kann die Verbindung der Zentralen der Subsysteme – Subzentralen genannt – direkt (Anspruch 39) oder indirekt über einen Peripherieprozeß – Link genannt – (Anspruch 40) erfolgen. Ansprüche 41 bis 45 betreffen die eindeutige Identifizierung der Subzentralen, Links und Peripherieprozesse in einem aus mehreren Subsystemen aufgebauten Netzwerksystem, Ansprüche 46 bis 54 die Weiterleitung der Nachrichten vom Subsystem des Senders zu den Empfängern in anderen Subsystemen, Ansprüche 55 und 56 den Spezialfall von Ringtopologien, Ansprüche 57 bis 64 die Kriterien – Politik genannt –, unter welchen Nachrichten an ein anderes Subsystem weitergeleitet werden dürfen, Ansprüche 65 und 66 die Möglichkeit, daß ein Peripherieprozeß gleichzeitig mit den Zentralen mehrerer Subsysteme verbunden ist und Ansprüche 67 und 68 schließlich die logische Struktur – d. h. die Topologie und/oder die Übertragungspolitik der Links bzw. der Zentralen und/oder die Autorisierungsprüfungen innerhalb der Zentralen – des gesamten Netzwerksystems.

Erst ein Netzwerksystem mit direkten oder indirekten Verbindungen zwischen den Zentralen der Einzelsysteme sowie einer Weiterleitung der Nachrichten über diese Verbindungen ermöglicht den Peripherieprozessen verschiedener Einzelsysteme untereinander zu kommunizieren. Die Art der logischen Vernetzung der Einzelsysteme (logische Topologie) kann unter Beachtung der Ressourcenbeschränkungen jeder einzelnen Zentrale beliebig gewählt und an die besonderen Anforderungen einer konkreten Anwendung angepaßt werden. Dabei definiert die logische Topologie zusammen mit der Übertragungspolitik einzelner Links bzw. Zentralen, welche Nachrichten von welchen Peripherieprozessen eines Subsystems an welche Peripherieprozesse eines anderen Subsystems weitergeleitet werden dürfen.

Die Weiterleitung der Nachrichten zu Empfängern in anderen Subsystemen als das Subsystem des Senders, setzt natürlich voraus, daß die Empfänger eindeutig durch den Sender spezifiziert werden können. Da die logischen Kennungen der Peripherieprozesse bzw. deren Verbindungen nach den Ansprüchen 2 bis 38 nur innerhalb einer Zentrale definiert sind, kann die Adressierbarkeit aller Peripherieprozesse bzw. deren Verbindungen innerhalb des gesamten Netzwerkes nur durch zusätzliche Maßnahmen erreicht werden. Zu diesem Zweck sind mehrere Methoden anwendbar, welche auch die Weiterleitung der Nachrichten bestimmen bzw. von ihr abhängen:

1. Jede Zentrale besitzt mindestens eine in ihrer unmittelbaren Umgebung – d. h. für alle mit der Zentrale direkt oder indirekt verbundenen Zentralen – eindeutige Kennung. In diesem Fall ist ein Pfad zwischen Sender und Empfänger eindeutig durch die Folge der Zentralen beschrieben, über welche die Nachricht weitergeleitet werden muß, um von der Zentrale des Senders die Zentrale des Empfängers zu erreichen (Ansprüche 46 und 47). Sicherer, aber nicht zwingend notwendig, ist natürlich eine im gesamten Netzwerk eindeutige Kennung jeder Zentrale. Falls zusätzlich jeder Peripherieprozeß oder dessen Verbindungen über im gesamten Netzwerk eindeutige logische Kennungen verfügt(en) – periphere Kennungen genannt –, läßt sich in jeder Subzentrale eine Routingdatenbasis speichern, welche zu jeder peripheren Kennung den Pfad zu der entsprechenden Subzentrale enthält (Anspruch 49), so daß die Sender zur Spezifikation der Empfänger lediglich die peripheren Kennun-

14

gen angeben müssen und die Subzentrale des Senders die peripheren Kennungen der Nachrichtempfänger über die Routingdatenbasis in reale Pfade umsetzen kann, um sie anschließend den Pfaden der Empfänger entsprechend weiterzuleiten (Ansprüche 51 und 52).
2. Jeder Link besitzt eine innerhalb seiner unmittelbaren Umgebung – d. h. für alle mit dem Link verbundenen Zentralen – eindeutige Kennung und verbindet genau zwei Zentralen untereinander (Anspruch 48). Eine lokal eindeutige Kennung der Zentralen oder global eindeutige Kennung der Links ist nicht erforderlich, da jeder Link Nachrichten von einer Zentrale stets an die (eindeutig bestimmte) andere mit ihm verbundene Zentrale weiterleitet. In diesem Fall ist der Pfad zwischen Sender und Empfänger eindeutig durch die Folge der lokalen Linkkennungen beschrieben, über welche die Nachricht weitergeleitet werden muß, um von der Zentrale des Senders die Zentrale des Empfängers zu erreichen.

Falls zusätzlich jede periphere Kennung im gesamten Netzwerk eindeutig ist, läßt sich wie unter 1. in jeder Subzentrale eine Routingdatenbasis speichern, welche zu jeder peripheren Kennung den Pfad zu der entsprechenden Subzentrale enthält (Anspruch 50), so daß die Sender zur Spezifikation der Empfänger lediglich die peripheren Kennungen angeben müssen und die Subzentrale des Senders die peripheren Kennungen der Nachrichtempfänger über die Routingdatenbasis in reale Pfade umsetzen kann, um sie anschließend den Pfaden der Empfänger entsprechend weiterzuleiten (Anspruch 53).

3. Jede periphere Kennung ist von sich aus im gesamten Netzwerk eindeutig. Die periphere Kennung alleine spezifiziert jedoch nicht, mit welcher Zentrale der Empfänger verbunden und wie diese Zentrale von einer anderen Zentrale zu erreichen ist. Da ferner weder Links noch Zentralen in diesem Fall eine spezielle Kennung besitzen, kann die Nachricht nur dann zuverlässig an alle Empfänger zugestellt werden, wenn sie sukzessive von einer Zentrale an die nächste weitergeleitet wird und jede Zentrale die Nachricht an alle mit ihr verbundenen Empfänger weiterleitet, solange bis die Nachricht an alle Empfänger weitergeleitet wurde, oder alle Zentralen im Gesamtsystem die Nachricht mindestens einmal erhalten haben. Dies setzt natürlich voraus, daß alle Zentralen im gesamten System die Nachricht nach einer endlichen Anzahl von Weiterleitungen mindestens einmal erhalten. Aus Gründen der Effizienz ist diese Methode nur sinnvoll für Ringtopologien mit relativ wenigen Subsystemen anwendbar (Ansprüche 55 und 56).

Anspruch 54 deckt den Fall ab, daß die Subzentralen die Routingdatenbasis untereinander austauschen und ihre eigene in Abhängigkeit der anderen anpassen, um zum Beispiel Änderungen der System-Konfiguration nachzuvollziehen.

Bei allen oben erwähnten Methoden zur Weiterleitung der Nachrichten zwischen verschiedenen Subsystemen ist zu beachten, daß verschiedene zwischen Sender und Empfänger mögliche Pfade im allgemeinen nicht äquivalent sind, da sie sich einerseits in ihrer Länge und andererseits in der Übertragungspolitik unterscheiden können (Ansprüche 57 und 58). So kann die Weiterleitung einer Nachricht beispielsweise nach einem Pfad erlaubt sein, ein Link bzw. eine Zentrale innerhalb eines anderen möglichen Pfades zwischen demselben Sender und demselben Empfänger die Weiterleitung hingegen verbieten.

DE 199 18 896 A 1

15

Nur falls die Übertragungspolitik aller Zentralen und Links im gesamten Netzwerk übereinstimmt (Anspruch 59), sind verschiedene Pfade zwischen demselben Sender und demselben Empfänger äquivalent, so daß bekannte automatische Routingalgorithmen, welche z. B.: stets den zeitlich oder entfernungsmaßig kürzesten Pfad zwischen Sender und Empfänger suchen, angewendet werden können.

Abb. 7 zeigt jeweils ein Netzwerksystem, welches aus zwei unabhängigen Subnetzen S1 und S2 bestehen, die im Fall A über einen Link L nach Anspruch 40 bzw. im Fall B durch eine direkte Verbindung LV zwischen den Zentralen nach Anspruch 39 miteinander verbunden sind, so daß Peripherieprozesse aus beiden Subsystemen untereinander kommunizieren können. Die weiteren Kennzeichnungen der Abbildungen bedeuten im einzelnen: SC11-SC13 die Service-Clients, S11-S13 die System-Services, G1 einen Guard und Z1 die Zentrale von System S1, SC21-SC23 die Service-Clients, S21-S23 die System-Services, G2 einen Guard und Z2 die Zentrale von System S2. KS1 und KS2 bilden das jeweilige Kern-System der beiden Systeme. Falls es die Übertragungspolitik des Links L bzw. der Zentralen gestattet, haben in den dargestellten Systemen beispielsweise Service-Clients SC11-13 und System-Services S11-S13 Zugriff auf System-Services S21-S23. Allerdings benötigen Peripherieprozesse aus Subsystem S1 zur Adressierung der System-Services in Subsystem S2 zusätzlich zu den logischen Kennungen der System-Services auch die logische Kennung der Zentrale Z2, damit der Link L Nachrichten von Zentrale Z1 an Z2 (A) bzw. Zentrale Z1 Nachrichten direkt an Z2 (B) weiterleiten kann. Umgekehrt gilt dies natürlich auch für Peripherieprozesse aus Subsystem S2, welche System-Services von Subsystem S1 nutzen wollen.

Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Prozesssteuerungen vorteilhaft in zwei Bereiche aufteilen, einen weitgehend automatisierten Teilbereich, welcher im 24 h Betrieb laufen muß, und einen benutzerintensiven Teilbereich, welcher nicht ganz so hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit stellt, wegen vielfältiger Transaktionsmöglichkeiten jedoch größere Sicherheitsrisiken als der automatisierte Teil birgt. Beide Teilbereiche können durch verschiedene miteinander verbundene Subsysteme realisiert werden. Dabei stellen die Verbindungen mit ihrer Politik sicher, daß nur autorisierte Benutzer autorisierter Komponenten autorisierte Transaktionen aus dem benutzerintensiven Teil in dem automatisierten Teil durchführen können. Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang zum Beispiel die Kontrolle wichtiger Systemparameter oder administrative Eingriffe in den automatisierten Teil.

Links nach Anspruch 40 und Zentralen nach Anspruch 39 haben auch die Möglichkeit parallele Verbindungen zu Zentralen von mehr als zwei verschiedenen Subsystemen aufzubauen und je nach ihrer Politik alle Subsysteme untereinander zu verbinden. Die maximale Anzahl der Zentralen, welche ein Link miteinander verbindet bzw. mit einer Zentrale verbunden sein können, ist nur durch die Ressourcen des Links bzw. der Zentrale(n) nach oben beschränkt.

Ein Ausführungsbeispiel eines Netzwerksystems mit einem Link, welcher gleichzeitig vier Subsysteme untereinander verbindet ist in Abb. 8 wiedergegeben. Jeder Zentrale ist eine eindeutige Kennung Z1-Z4 zugeordnet. Der Link L teilt jeder Zentrale mit, welche anderen Zentralen über ihn zu erreichen sind. Die Adressierung erfolgt in diesem Beispiel nach den eindeutigen Kennungen der Zentralen. So erreicht Service-Client SC31 System-Service S11 über den Pfad Z3-Z1-S11. Z3 leitet Nachrichten mit Adresse Z3-Z1-S11 an L weiter, da Z3 weiß, daß Z1 über L zu erreichen ist. Der Link leitet die Nachricht an Z1 weiter und Z1 sendet sie schließlich mit der Kennung des Senders

16

Z1 Z3 SC31 an S11. Nach demselben Mechanismus erreicht S11 SC31 über Z1-Z3-SC31.

Die folgenden Ausführungen gelten für alle Netzwerksysteme, welche aus mehreren untereinander verbundenen Subsystemen bestehen, unabhängig davon, ob die Subsysteme direkt oder indirekt verbunden sind. Sie seien der Einfachheit am Beispiel der Verbindungen mit Hilfe von Links formuliert, können aber sinngemäß unmittelbar auf direkt verbundene Systeme übertragen werden, wobei jeder bivalente Link durch eine und jeder multivalente Link durch mehrere direkte Verbindungen ersetzt werden muß.

Sollen n Subsysteme untereinander kommunizieren, muß ein Link bis zu n^2 unidirektionale bzw. $\frac{1}{2}n^2$ bidirektionale Verbindungen unter den Subsystemen realisieren. Bei einer großen Anzahl von Subsystemen führt dies leicht zu Übertragungsempfässen innerhalb des Links. In solchen Fällen ist es sinnvoller, mehrere Links mit weniger Übertragungswegen vorzusehen, welche auf unterschiedlichen Einheiten ausgeführt werden und gegebenenfalls optimierte physikalische Netzverbindungen nutzen können. Im Extremfall verbindet jeder Link nur zwei Zentralen miteinander, so daß bis zu $\frac{1}{2}n(n-1)$ Links benötigt werden, um sicherzustellen, daß jedes Subsystem direkt mit jedem anderen kommunizieren kann. Die Anzahl der notwendigen bivalenten Links kann durch geeignete Topologien reduziert werden. So erlaubt beispielsweise eine ringförmige Topologie jedem Subsystem die Kommunikation mit allen anderen, wobei Nachrichten gegebenenfalls mehrfach weitergeleitet werden müssen.

Abb. 9 stellt ein Netzwerksystem nach Ansprüchen 55 und 56 dar, welches aus vier über Links L in Ringtopologie untereinander verbundenen Subsystemen S1-S4 besteht. Weder Links noch Zentralen sind logische Kennungen zugeordnet. Nachrichten, welche SC31 an S11 schickt, werden von der Zentrale des Subsystems S3 über einen der beiden Links an die nächste Zentrale (des Subsystems S2 oder S4) weitergeleitet. Diese prüft ob die Nachricht lokale Empfänger besitzt und leitet die Nachricht in derselben Richtung an die folgende Zentrale (Zentrale von S1) weiter. Letztere Zentrale leitet die Nachricht schließlich an S11 weiter und vernichtet sie anschließend, wenn sie keine weiteren Empfänger mehr enthält. Nachrichten, welche unbekannte Empfänger enthalten, werden bis zur Zentrale des Sendesystems (S3) weitergeleitet, welche die Nachricht entweder direkt vernichtet oder mit den unbekannten Empfängern an den Sender zurückschickt.

Die minimale Anzahl von Intersubsystem-Links erreicht man durch Einführung weiterer Subsysteme analog zur sternförmigen Topologie im Falle der Kommunikation innerhalb eines Subsystems. Abb. 10 illustriert dies am Beispiel von vier Subsystemen S1-S4, welche durch ein zentrales Subsystem ZS untereinander verbunden sind. Alle Peripherieprozesse sind von allen anderen über maximal 3 Zentralen zu erreichen. Das zentrale Subsystem ZS befindet sich logisch gesehen auf einer höheren Ebene als die peripheren Subsysteme S1-S4, da von ihm aus alle Peripherieprozesse nur über maximal 2 Zentralen erreichbar sind. S2 ist nicht nur auf direkte oder indirekte Verbindungen zu anderen Subzentralen beschränkt, sondern kann auch System-Services (wie S1) oder andere Peripherieprozesse enthalten, welche von den peripheren Subsystemen aus über maximal 2 Zentralen erreichbar sind. So erreicht Service-Client SC11 System-Service S1 über den Pfad Z1-Z-S1 und S21 über Z1-Z-Z2-S21 und Service-Client SC31 System-Service S11 über den Pfad Z3-Z-Z1-S11 und S21 über Z3-Z-Z2-S21. Umgekehrt kann beispielsweise S21 an S11 über den Pfad Z2-Z-Z1-S11 antworten.

Durch Einführung weiterer Zwischenebenen, deren Sub-

DE 199 18 896 A 1

17

systems ihrerseits in frei wählbarer Topologie miteinander verbunden sind, läßt sich ein erfindungsgemäßes Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 39 oder 40 für beliebig viele Subsysteme und Peripherieprozesse konfigurieren. Auch die gleichzeitige Verwendung direkter und indirekter Verbindungsmethoden ist nach Anspruch 40 in einem Gesamtsystem möglich.

Ein Peripherieprozeß nach einem der Ansprüche 65 oder 66, insbesondere ein System-Service, besitzt die Möglichkeit parallele Verbindungen zu mehreren Zentralen verschiedener Subsysteme aufzubauen. Dies geschieht am vorteilhaftesten indem der Peripherieprozeß für jede Verbindung einen separaten Thread startet. Mit Hilfe solcher Peripherieprozesse lassen sich Netzwerksysteme realisieren, in welchen ansonsten disjunkte Einzelsysteme auf gemeinsame System-Services zugreifen, ohne daß Nachrichten eines Einzelsystems an andere Einzelsysteme weitergeleitet werden können.

System-Services nach Ansprüchen 65 oder 66, stellen ihre Funktionalität allen Einzelsystemen zur Verfügung, zu welchen sie in Verbindung stehen, wobei sie innerhalb eines Einzelsystems nicht von anderen System-Services zu unterscheiden sind. Auch die Frage, ob ein System-Service ausschließlich einem Einzelsystem zur Verfügung steht oder Verbindungen zu anderen Einzelsystemen unterhält, ist von anderen Peripherieprozessen des Einzelsystems nicht entscheidbar.

Abb. 11 stellt zwei Subsysteme S1 und S2 dar, welche nicht untereinander kommunizieren können, da ihre Zentralen Z1 und Z2 weder direkt noch über einen Link miteinander verbunden sind. System-Services GS1-GS3 unterhalten parallele Verbindungen zu beiden Zentralen und sind somit in beiden Systemen gleichzeitig verfügbar. Dagegen können System-Services S11, S12, S13 nicht von Service-Clients SC2x und System-Services S21, S22 und S23 nicht von Service-Clients SC1y erreicht werden.

Eine besonders vorteilhafte Anwendung gemeinsamer System-Services ist Electronic-Commerce: Ein Anbieter bietet System-Services an, welche parallele Verbindungen zu mehreren Kunden-Einzelsystemen unterhalten. Die Kundensysteme können weder miteinander kommunizieren noch kennen sie ihre gegenseitige Existenz. Dennoch können alle Peripherieprozesse der Kunden-Einzelsysteme auf die angebotenen System-Services über stehende logische Verbindungen zugreifen, als ob sie alleiniger Bestandteil eines Kunden-Einzelsystems seien. Gleichzeitig kontrollieren die gemeinsamen System-Services selbst, zu bzw. von welchen Einzelsystemen sie Verbindungen aufbauen bzw. akzeptieren, so daß kein unauthorisierter Kunde Zugang zu den gemeinsamen System-Services erhält. Diese Technik eröffnet vollkommen neue Märkte für Online-System-Service-Anbieter.

Erfordert ein System-Service-Anbieter zusätzlich die Kontrolle über die jeweils aus den verschiedenen Einzelsystemen getätigten Transaktionen, läßt sich besonders vorteilhaft ein System nach Abb. 10 einsetzen, welches in zwei Hierarchieebenen aufgeteilt ist. Hier könnte der System-Service-Anbieter im Zentralsystem ZS die angebotenen System-Services zur Verfügung stellen. Jede Transaktion eines der Peripherieprozesse der peripheren Subsysteme muß von Zentrale Z an die gemeinsamen System-Services weitergeleitet werden und kann in Abhängigkeit von der Geschäftspolitik des Anbieters von Z freigeschaltet oder blockiert werden. So hat der System-Service-Anbieter stets die vollständige Kontrolle, welcher Peripherieprozeß welche Transaktionen mit den gemeinsamen System-Services durchführen darf. Gleichzeitig kann Z sämtliche Transaktionen beispielsweise zu Abrechnungs- oder Dokumentationszwecken

18

protokollieren. Nachteilig gegenüber dem direkten Einsatz von gemeinsamen System-Services ist jedoch, daß alle peripheren Subsysteme theoretisch mit allen im gemeinsamen Zentralsystem zur Verfügung gestellten System-Services kommunizieren können, so daß nicht eine für jeden Kunden spezifische Menge von System-Services angeboten werden kann. Allerdings läßt sich dieser Nachteil auf der Ebene der Transaktionsauthorisierungen beheben.

Netzwerksysteme nach den beschriebenen Ansprüchen 1 bis 66 sind in dem Sinne dynamisch, als ihre Zentralen zu jedem Zeitpunkt die Verfügbarkeit aller Peripherieprozesse und somit stets der aktuelle Zustand des Gesamtsystems bekannt ist. Derartige Netzwerksysteme besitzen jedoch noch nicht die Fähigkeit, ihre logische Struktur - d. h. ihre Topologie und/oder die Übertragungspolitiken der Links bzw. Zentralen und/oder die Authorisierungsprüfungen innerhalb einer Zentrale und/oder die Zugangsbedingungen der Zentralen oder Peripherieprozesse - selbständig oder auf Anforderung zu verändern (Anspruch 67).

Ansprüche 68 bis 75 betreffen die Fähigkeit gezielt bestimmte System-Informationen abzufragen (Ansprüche 69 bis 72) oder zu modifizieren (Ansprüche 68 und 73 bis 75).

In einem Netzwerksystem nach Ansprüchen 68 und 73 bis 75 haben die Zentralen und Peripherieprozesse zusätzlich die Fähigkeit System-Informationen, welche die logische Struktur des Gesamtsystems definieren, selbständig oder auf Anforderung zu modifizieren. Überwachen ein oder mehrere Peripherieprozesse gleichzeitig vorgegebene Systemparameter, können sie die logische Struktur des Gesamtsystems im laufenden Betrieb veränderten Umweltbedingungen, Systemanforderungen oder Systembelastungen anpassen. In einem Netzwerksystem nach Ansprüchen 68 und 73 bis 75 kann beispielsweise ein Peripherieprozeß die Informationsmenge, welche über vorgegebene Verbindungen übertragen wird, sowie die Auslastung einzelner Zentralen oder System-Services überwachen. Werden vorgegebene Grenzwerte über- bzw. unterschritten, veranlaßt dieser Peripherieprozeß, daß

1. eine weitere Zentrale mit allen erforderlichen System-Services und Verbindungen gestartet wird, oder
2. ein Subsystem gestoppt wird, oder
3. eine weitere zusätzliche Verbindung zwischen zwei nicht direkt miteinander verbundenen Zentralen geschaffen wird, oder
4. bestehende Verbindungen zwischen Zentralen abgebaut werden.

Ansprüche 76 und 77 betreffen den Ort der Einheiten innerhalb bestehender physikalischer Netzwerkinfrastrukturen, beispielsweise dem Internet oder ähnlichen Netzwerken. Der Ort der Einheiten innerhalb eines Netzwerkes ist vor allem im Zusammenhang mit Firewallschutzzonen von Bedeutung. Traditionelle Netzwerksysteme, welche nur einer ausgewählten Benutzergruppe zugänglich sein sollen, können nicht frei im Internet ausgeführt werden, sondern müssen durch Firewalls vor unauthorisierten Zugriffen geschützt werden. Dieser Nachteil wird durch erfindungsgemäße Netzwerksysteme - je nach Ausführungsort "Private Inter-, Intra- oder Extranets" genannt - behoben, da der Zugang zu den Peripherieprozessen und jede einzelne Nachricht durch die Zentralen kontrolliert werden kann, so daß erfindungsgemäße Systeme beliebig verteilt im Internet ausgeführt werden können ohne sich gegenseitig zu behindern und jedes erfindungsgemäße System nur einer ausgewählten Gruppe von Benutzern mit gegebenenfalls unterschiedlichen Rechten zugänglich ist.

Ansprüche 78 bis 81 betreffen das Interfacing zu beste-

DE 199 18 896 A 1

19

henden Netzwerksystemen nach dem Stand der Technik. In diesen Fällen besteht mindestens eine Verbindung zwischen mindestens einem erfindungsgemäßen Peripherieprozeß und mindestens einem Client oder einem Server nach dem Stand der Technik, so daß erfindungsgemäße Peripherieprozesse auf Daten oder Funktionen des Clients oder Servers nach dem Stand der Technik zugreifen können, ohne direkte Verbindungen aufbauen zu müssen.

Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang eine in Abb. 12 wiedergegebene Ausführung. Ein externes erfindungsgemäßes System BS besitzt einen System-Service S1, welcher durch eine Firewall eine Verbindung zu einem internen (geschützten) Service nach dem Stand der Technik unterhält. Service-Client SC erhält über Zentrale Z und S1 die Möglichkeit auf ausgewählte Daten oder Funktionen von S2 zuzugreifen, ohne eine eigene Verbindung durch die Firewall zu S2 aufzubauen. Die Kontrolle, welche Daten und Transaktionen Service-Clients des externen Systems BS erhalten bzw. durchführen dürfen, bestimmt zum einen die logische Struktur von BS, die Funktionalitäten von S1 und S2 sowie der Firewall. Mit Hilfe eines solchen Systems läßt sich die Anzahl der Verbindungen, welche durch die Firewall hindurch aufgebaut werden müssen, drastisch (im Idealfall auf genau eine) reduzieren, so daß der Firewall wesentlich strengere Kriterien an den Verbindungsaufbau stellen kann und das interne Netzwerk wesentlich besser schützt, als wenn alle externen Clients eigene Verbindungen zu bestehenden internen Services aufbauen.

Patentansprüche

1. Netzwerksystem bestehend aus mindestens einer Zentraleinheit und einer beliebigen Anzahl physikalisch mit einer Zentraleinheit verbundenen Peripherieeinheiten, dadurch gekennzeichnet, daß direkte Kommunikationsverbindungen unter den Einheiten zwischen Peripherieprozessen, welche auf einer Peripherieeinheit oder einer Zentraleinheit ausgeführt werden, und mindestens einem auf einer Zentraleinheit ablaufenden Zentralprozeß - Zentrale genannt - aufbaubar sind, wobei

- i. zwischen jedem Peripherieprozeß und der Zentrale eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen bestehen, und
- ii. genannte Kommunikationsverbindungen nach ihrem Aufbau stehende logische bidirektionale Kommunikationsverbindungen sind, und
- iii. die Zentrale mindestens einer Verbindung mindestens eines mit der Zentrale verbundenen Peripherieprozesses mindestens eine logische Kennung derart zuordnet, daß ein Peripherieprozeß allein aufgrund dieser logischen Kennung(en) indirekt über die Zentrale mit mindestens einem Mitglied einer durch die logische Kennung(en) eindeutig bestimmten Gruppe von Peripherieprozessen kommunizieren kann.

2. Netzwerksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

- i. mindestens eine Zentraleinheit eine im gesamten Netzwerksystem eindeutige physikalische Kennung besitzt, und
- ii. mindestens eine Zentrale zu jedem Zeitpunkt einen freien Verbindungsendpunkt zur Verfügung stellt, welcher Verbindungsendpunkt stets dieselbe auf der Zentraleinheit eindeutige lokale Kennung besitzt, und
- iii. mindestens ein zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneter Peripherieprozeß Mit-

20

tel enthält, um mit alleiniger Kenntnis der physikalischen Kennung einer Zentraleinheit und der lokalen Kennung des Verbindungsendpunktes einer Zentrale selbständig eine Kommunikationsverbindung zu genannter Zentrale aufzubauen, und

iv. die Zentrale nur Verbindungen von zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozessen akzeptiert, welche bestimmte beim Verbindungsaufbau und/oder zur Ausführungszeit bestehende Bedingungen, bezüglich der Ressourcen des Zentralprozesses und/oder der Art des Peripherieprozesses, und/oder der Benutzerkennung unter welcher der Peripherieprozeß ausgeführt wird, erfüllen und

v. die Zentrale mindestens einer Verbindung zu einem zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozeß beim Verbindungsaufbau mindestens eine logische Kennung derart zuordnet, daß ein zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneter Peripherieprozeß allein aufgrund dieser logischen Kennung(en) indirekt über die Zentrale mit mindestens einem Mitglied einer durch die logische Kennung(en) eindeutig bestimmten Gruppe von zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozessen kommunizieren kann.

3. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß

- i. mindestens ein zur Aufnahme einer Verbindung geeigneter Peripherieprozeß mindestens einen freien Verbindungsendpunkt zur Verfügung stellt, welcher Verbindungsendpunkt stets dieselbe, auf der den Peripherieprozeß ausführenden Einheit eindeutige, lokale Kennung besitzt, und
- ii. der zur Aufnahme einer Verbindung geeignete Peripherieprozeß nur Verbindungen von der Zentrale akzeptiert, und
- iii. die Einheiten, welche mindestens einen zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozeß ausführen, eine im gesamten Netzwerksystem eindeutige physikalische Kennung besitzen, und
- iv. mindestens eine Zentrale eine Datenbasis besitzt, die mindestens einen Eintrag für einen zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozeß enthält und jeder Eintrag der Datenbasis mindestens die physikalische Kennung der Einheit sowie die lokale Kennung des Verbindungsendpunktes des entsprechenden zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozesses enthält, und
- v. die Zentrale zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeignet ist und selbständig Verbindungen zu solchen zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozessen aufbaut; welche in der Datenbasis enthalten sind und welche bestimmte beim Verbindungsaufbau bzw. zur Ausführungszeit bestehende Bedingungen, bezüglich der Ressourcen des Zentralprozesses und/oder der Art des zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozesses, und/oder der Benutzerkennung unter welcher die zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozesse ausgeführt werden, erfüllen, und
- vi. die Zentrale mindestens einer Verbindung zu einem zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozeß beim Verbindungsaufbau

DE 199 18 896 A 1

21

mindestens eine logische Kennung derart zuordnet, daß ein zur Aufnahme einer Verbindung geeigneter Peripherieprozeß allein aufgrund dieser logischen Kennung(en) indirekt über die Zentrale mit mindestens einem Mitglied einer durch die logische Kennung(en) eindeutig bestimmten Gruppe von zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten oder zum Auslösen eines Verbindungsaufbaus geeigneten Peripherieprozessen kommunizieren kann.

4. Netzwerksystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Peripherieeinheit, welche einen zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozeß ausführt, eine im gesamten Netzwerk eindeutige physikalische Kennung besitzt und die Zentrale nur Verbindungen von solchen zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozessen akzeptiert, welche zusätzlich bestimmte beim Verbindungsaufbau und/oder zur Ausführungszeit bestehende Bedingungen, bezüglich der Einheiten, auf welcher die zum Auslösen eines Verbindungsaufbaues geeigneten Peripherieprozesse ausgeführt werden, erfüllen.

5. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die logische(n) Kennung(en), welche eine Verbindung zu einem Peripherieprozeß beim Verbindungsaufbau von einer Zentrale zugeordnet bekommt, in genannter Zentrale für den jeweiligen Peripherieprozeß eindeutig ist(sind), so daß ein Peripherieprozeß über eine Verbindung allein aufgrund dieser logischen Kennung(en) indirekt über die Zentrale mit einem eindeutig bestimmten Peripherieprozeß kommunizieren kann.

6. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die logische(n) Kennung(en), welche eine Verbindung zu einem Peripherieprozeß beim Verbindungsaufbau von einer Zentrale zugeordnet bekommt, in genannter Zentrale eindeutig ist(sind), so daß ein Peripherieprozeß über eine Verbindung allein aufgrund dieser logischen Kennungen indirekt über die Zentrale mit eindeutig bestimmten Verbindungen eines Peripherieprozesses kommunizieren kann.

7. Netzwerksystem mit einer nach einem der Ansprüche 2 oder 4 gearteten Zentrale, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingungen für die Akzeptanz einer Verbindung - Zugangsbedingungen genannt - seitens der Zentrale während der Laufzeit des Systems veränderbar sind, und die Zentrale unmittelbar nach Neufestlegung der Zugangsbedingungen

i. Verbindungen zu bereits verbundenen Peripherieprozessen, welche die neu festgelegten Zugangsbedingungen nicht mehr erfüllen, automatisch trennt,

ii. Verbindungen zu bereits verbundenen Peripherieprozessen, welche nach den neuen Zugangsbedingungen erlaubt sind, bestehen läßt, und

iii. zuvor unverbundene Peripherieprozesse, welche die neuen Zugangsbedingungen erfüllen, bei einem künftigen Verbindungsaufbau akzeptiert.

8. Netzwerksystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugangsbedingungen seitens der Zentrale oder der Peripherieprozesse während der Laufzeit des Systems veränderbar sind, und die Zentrale unmittelbar nach Neufestlegung der Zugangsbedingungen

i. Verbindungen zu bereits verbundenen Peripherieprozessen, welche die neu festgelegten Zugangsbedingungen nicht mehr erfüllen, automa-

22

tisch trennt,

ii. Verbindungen zu bereits verbundenen Peripherieprozessen, welche nach den neuen Zugangsbedingungen erlaubt sind, bestehen läßt, und

iii. nach den neuen Zugangsbedingungen erlaubte Verbindungen zu bisher unverbundenen zur Aufnahme einer Verbindung geeigneten Peripherieprozessen, welche in der Datenbasis der Zentrale enthalten sind, selbständig aufbaut.

9. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Anspruch 2 oder 4 geartete Peripherieprozesse ihre Verbindungen zur Zentrale im Falle einer Verbindungsunterbrechung selbständig wieder herstellen.

10. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine nach Anspruch 3 geartete Zentrale die Verbindung zu einem nach Anspruch 3 gearteten Peripherieprozeß im Falle einer Verbindungsunterbrechung selbständig wieder herstellt.

11. Netzwerksystem nach den vorherigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale Nachrichten, welche ein Peripherieprozeß - Sender genannt - über eine Verbindung - Sendeverbindung genannt - an die Zentrale schickt und welche Nachrichten die logische Kennung mindestens einer Verbindung eines Peripherieprozesses - Empfangsverbindung genannt - enthält, nach positiv ausgefallenen Autorisierungsprüfungen via den in der Nachricht angegebenen Empfangsverbindungen an die entsprechenden Peripherieprozesse - Empfänger genannt - weiterleitet.

12. Netzwerksystem nach den vorherigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale Nachrichten, welche ein Sender an die Zentrale schickt und welche keine logische Kennungen von Empfangsverbindungen enthalten, entweder vernichtet, speichert oder an die Sendeverbindung zurück sendet.

13. Netzwerksystem nach den vorherigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale Nachrichten, welche ein Sender an die Zentrale schickt und welche keine logische Kennungen von Empfängern enthalten, nach einer positiv ausgefallenen Autorisierungsprüfung an alle mit der Zentrale verbundenen Verbindungen von Peripherieprozessen mit Ausnahme der Sendeverbindung weiterleitet.

14. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale weiterzuleitende Nachrichten zusammen mit der logischen Kennung der Sendeverbindung an die Empfangsverbindungen weiterleitet.

15. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale Nachrichten vernichtet, deren Autorisierungsprüfung negativ ausfiel, und den Sender selbständig oder auf dessen Anforderung über die Ablehnung der Weiterleitung seiner Nachricht unterrichtet.

16. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale den Sender einer Nachricht selbständig oder auf dessen Anforderung über alle Empfänger informiert, zu welchen die Nachricht weitergeleitet wurde.

17. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale den Sender einer Nachricht selbständig oder auf dessen Anforderung über alle Empfänger informiert, zu welchen die Nachricht nicht weitergeleitet werden konnte.

18. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale

DE 199 18 896 A 1

23

Nachrichten an bekannte aber temporär nicht mit ihr verbundene Empfänger zwischenspeichert und die zwischengespeicherten Nachrichten automatisch oder auf Anforderung nach Wiederverbindung des temporär unverbundenen Empfängers mit der Zentrale in der Reihenfolge ihres Empfanges seitens der Zentrale oder einer anderen Reihenfolge an den Empfänger weiterleitet.

19. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale Nachrichten bekannter, aber temporär nicht mit ihr verbundener Empfänger an den Sender zurückschickt oder vernichtet.

20. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß - System-Service genannt - nach dem Verbindungsaufbau über eine Verbindung - System-Service-Verbindung genannt - zur Zentrale auf eine eintreffende Transaktionsaufforderung wartet, nach dem Eintreffen einer solchen Aufforderung eine in Abhängigkeit von genannter Aufforderung vordefinierte Aktion durchführt und gegebenenfalls nach Ausführen dieser Aktion ein Resultat an den Sender der erwähnten Aufforderung sendet, anschließend auf die nächste eintreffende Transaktionsaufforderung wartet und diesen Zyklus endlos wiederholt.

21. Netzwerksystem nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß - Service-Client genannt - nach dem Verbindungsaufbau über eine Verbindung - Service-Client-Verbindung genannt - zur Zentrale selbsttätig oder auf Anforderung eine in Abhängigkeit seiner Aufgaben geartete Transaktionsaufforderung an einen oder mehrere System-Services sendet, gegebenenfalls Resultate der System-Services empfängt und dies in Abhängigkeit seiner Aufgaben und den erhaltenen Resultaten beliebig oft wiederholt.

22. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß - Guard genannt - in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen die Funktionalität der Zentrale oder einzelner oder mehrerer Peripherieprozesse testet und im Falle einer Dysfunktion Maßnahmen ergreift, um diese Dysfunktion zu beheben oder anderen Peripherieprozessen des Netzwerksystems nützteilen.

23. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß nach mindestens zweien der Ansprüche 20 bis 22 geartet ist.

24. Netzwerksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

i. auf einer oder mehreren von allen Peripherieeinheiten erreichbaren Zentraleinheiten, mehrere gleichartige Zentralprozesse parallel ausgeführt werden,

ii. von mindestens einem Peripherieprozeß nach einem der Ansprüche 2 oder 4 insbesondere einem System-Service - mehrere parallele stehende Verbindungen zu einer oder mehreren Zentralen aufgebaut werden oder zu mindestens einem Peripherieprozeß nach Anspruch 3 - insbesondere einem System-Service - mehrere parallele stehende Verbindungen von einer oder mehreren Zentralen aufgebaut werden.

25. Netzwerksystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß Peripherieprozesse nach einem der Ansprüche 2 oder 4 sich bei Ausfall einer Zentrale, mit

24

welcher sie verbunden waren, automatisch mit mindestens einer der anderen Zentralen verbinden.

26. Netzwerksystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß Guards mehrere Zentralprozesse gleichzeitig überwachen.

27. Netzwerksystem nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere gleichartige System-Services gleichzeitig parallel ausgeführt werden und parallele stehende Verbindungen zu einer oder mehreren Zentralen aufbauen bzw. von einer oder mehreren Zentralen akzeptieren, wobei jede Zentrale allen gleichartigen System-Services mindestens eine für alle gleichartigen System-Services der jeweiligen Zentrale identische logische Kennung - Service-Kennung genannt - zuordnet, wobei die Service-Kennungen derselben System-Services in verschiedenen Zentralen verschieden oder in allen Zentralen gleich sein können.

28. Netzwerksystem nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zentrale alle an eine Service-Kennung gerichteten Nachrichten an genau einen der genannten gleichartigen System-Services mit derselben Service-Kennung weiterleitet und derjenige System-Service, welcher die Transaktionsaufforderung erhalten hat, die Transaktion durchführt und gegebenenfalls das Transaktionsresultat an den Service-Client sendet.

29. Netzwerksystem nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zentrale alle an eine Service-Kennung gerichteten Transaktionsaufforderungen an mindestens einen gleichartigen System-Service mit derselben Service-Kennung weiterleitet.

30. Netzwerksystem nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß jeder System-Service, welcher eine Transaktionsaufforderung erhält, die Transaktion ausführt und gegebenenfalls ein Transaktionsresultat an den Service-Client sendet, wobei der Service-Client nach Absendung einer Transaktionsaufforderung alle eintreffenden Transaktionsresultate empfängt und das endgültige Transaktionsresultat in geeigneter Weise bestimmt.

31. Netzwerksystem nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale die Transaktionsresultate einer Transaktionsaufforderung aller gleichartigen System-Services mit derselben Service-Kennung empfängt, und alle voneinander verschiedenen Transaktionsresultate zusammen mit ihrer Häufigkeitsverteilung an den Service-Client weiterleitet, der die Transaktionsaufforderung gesendet hat, und der Service-Client daraus das endgültige Transaktionsresultat in geeigneter Weise bestimmt.

32. Netzwerksystem nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrale die Transaktionsresultate einer Transaktionsaufforderung aller gleichartigen System-Services mit derselben Service-Kennung empfängt, in geeigneter Weise das endgültige Transaktionsresultat bestimmt, welches sie an den Service-Client weiterleitet, der die Transaktionsaufforderung gesendet hat.

33. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 30 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des endgültigen Transaktionsresultates nach dem Mehrheitsprinzip - d. h. mehr als 50% der System-Services liefern das endgültige Resultat - erfolgt und, falls keine Mehrheit zustandekommt, das Transaktionsresultat als "unbestimmt" definiert wird.

34. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 30 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des

DE 199 18 896 A 1

25

endgültigen Transaktionsresultates nach dem Proportionsprinzip – d. h. das häufigste Resultat wird endgültig – erfolgt und, falls mehrere Resultate gleich häufig auftreten, das Transaktionsresultat als "unbestimmt" definiert wird.

35. Netzwerksystem nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zentrale alle an eine Service-Kennung gerichteten Transaktionsaufforderungen an alle gleichartigen System-Services mit derselben Service-Kennung weiterleitet, und daß jede Zentrale genau einen der gleichartigen System-Services als Master-System-Service für die jeweilige Zentrale bestimmt wird, und daß der Master-System-Service gegebenenfalls das Transaktionsresultat an einen Service-Client sendet.

36. Netzwerksystem nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß alle gleichartigen System-Services einer Zentrale mit derselben Service-Kennung wie ein Master-System-Service bis auf den Master-System-Service selbst nur zur Sicherung des Master-System-Services im Hintergrund ausgeführt werden, und die Transaktionsaufforderungen zum Abgleich ihrer internen Daten zwar empfangen und gegebenenfalls verarbeiten, jedoch keine Transaktionsresultate an Service-Clients senden.

37. Netzwerksystem nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß bei Abbruch der Verbindung zwischen dem Master-System-Service einer Zentrale einer der gleichartigen Hintergrund-System-Services mit derselben Service-Kennung wie der Master-System-Service von der Zentrale als neuer Master-System-Service für diese Zentrale derart bestimmt wird, daß das Gesamtsystem für alle Service-Clients transparent ohne Unterbrechung fortfährt.

38. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 35 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß ein im Hintergrund-Modus ausgeführter System-Service seine internen Daten mit den internen Daten desjenigen Master-System-Services mit derselben logischen Kennung des genannten Hintergrund-System-Services selbständig oder auf Anforderung mindestens einmal synchronisiert.

39. Netzwerksystem bestehend aus mindestens zwei Subnetzsystemen, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Subnetzsysteme nach einem der Ansprüche 2 bis 38 ausgebildet ist, und daß die Subzentralen durch zueinander stehende bidirektionale Verbindungen zu einer beliebigen definierten Topologie verbindbar sind.

40. Netzwerksystem bestehend aus mindestens zwei Subnetzwerken, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Subnetzsysteme nach einem der vorherigen Ansprüche ausgebildet ist, und daß die Subnetzsysteme durch spezielle Peripherieprozesse – Links genannt –, welche parallele Verbindungen zu zwei oder mehreren Subnetzwerkzentralen – Subzentralen genannt – aufbauen, zu einer beliebigen definierten Topologie verbindbar sind.

41. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß jede Subzentrale eine mindestens in ihrer unmittelbaren Umgebung – d. h. für alle mit genannter Subzentrale direkt oder indirekt über genau einen Link verbundenen Subzentralen – eindeutige logische Kennung besitzt.

42. Netzwerksystem nach Ansprüchen 40 und 41, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Link mindestens zwei Subzentralen miteinander verbindet und jeder Subzentrale, mit welcher er verbunden ist mitteilt, welche anderen Subzentralen über genannten Link zu erreichen sind.

26

43. Netzwerksystem nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Link eine mindestens in seiner unmittelbaren Umgebung – d. h. für alle mit genanntem Link verbundenen Subzentralen – eindeutige logische Kennung besitzt.

44. Netzwerksystem nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Link genau zwei Zentralen verschiedener Subsysteme miteinander verbindet.

45. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Peripherieprozeß eines im gesamten Netzwerksystem eindeutige logische Kennung zugeordnet ist.

46. Netzwerksystem nach Anspruch 39 und 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentralen Nachrichten an Empfänger, welche mit anderen Subzentralen verbunden sind als der Sender, an die Subzentralen der Empfänger weiterleiten, wobei jede Adresse der Nachrichtenempfänger zusätzlich zur logischen Kennung des Empfängers eine eine oder mehrere Subzentralenkennungen umfassende Folge enthalten, diese Folge beschreibt, über welche Subzentralen der Empfänger erreichbar ist, und die Subzentralen die Nachrichten immer zur Subzentrale des jeweils in der Folge nächsten Subnetzsystems weiterleiten, bis die Nachrichten die letzte Subzentrale der Folge erreicht haben und von letzterer Subzentrale zusammen mit der umgekehrten Folge von Subzentralenkennungen an den Empfänger weitergeleitet werden.

47. Netzwerksystem nach Anspruch 41 und 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentralen Nachrichten an Empfänger, welche mit anderen Subzentralen verbunden sind als der Sender, an die Subzentralen der Empfänger weiterleiten, wobei jede Adresse der Nachrichtenempfänger zusätzlich zur logischen Kennung des Empfängers eine eine oder mehrere Subzentralenkennungen umfassende Folge enthalten, diese Folge beschreibt, über welche Subzentralen der Empfänger erreichbar ist, und die Subzentralen Nachrichten immer an einen Link weiterleiten, über den die jeweils in der Folge nächste Subzentrale erreichbar ist, und der Link die Nachrichten an letztere genannte Subzentrale weiterleitet, bis die Nachrichten diejenige Subzentrale erreicht haben, mit welcher ihre Empfänger verbunden sind, und von letzteren Subzentralen zusammen mit der umgekehrten Folge von Subzentralenkennungen an die Empfänger weitergeleitet werden.

48. Netzwerksystem nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentralen Nachrichten an Empfänger, welche mit anderen Subzentralen verbunden sind als der Sender, an die Subzentralen der Empfänger weiterleiten, wobei jede Adresse der Nachrichtenempfänger zusätzlich zur logischen Kennung des Empfängers eine eine oder mehrere Linkkennungen umfassende Folge enthalten, diese Folge beschreibt, über welche Links der Empfänger erreichbar ist, und die Subzentralen Nachrichten immer zum in der Folge nächsten Link weiterleiten, und dieser Link die Nachrichten an die jeweils andere mit ihm verbundene Subzentrale weiterleitet, bis die Nachrichten diejenige Subzentrale erreicht haben, mit welcher der Empfänger verbunden ist, und von letzterer Subzentrale zusammen mit der umgekehrten Folge von Linkkennungen an den Empfänger weitergeleitet werden.

49. Netzwerksystem nach Ansprüchen 41 und 45, dadurch gekennzeichnet, daß jede Subzentrale über eine Routingdatenbasis verfügt, welche für jeden Peripherieprozeß des Gesamtsystems einen Eintrag mit einer Folge von Subzentralenkennungen enthält, über wel-

DE 199 18 896 A 1

27

che Subzentralen der Peripherieprozeß erreichbar ist.
50. Netzwerksystem nach Ansprüchen 44 und 45, dadurch gekennzeichnet, daß jede Subzentrale über eine Routingdatenbasis verfügt, welche für jeden Peripherieprozeß des Gesamtsystems einen Eintrag mit einer Folge von Linkkennungen enthält, und diese Folge beschreibt, über welche Links der Peripherieprozeß erreichbar ist.

51. Netzwerksystem nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentrale des Senders der logischen Kennung derjenigen Empfänger, welche mit anderen Subzentralen verbunden sind als der Sender, die in dem Eintrag in der Routingdatenbasis, welcher Eintrag dem jeweiligen Empfänger entspricht, enthaltene Folge von Subzentralenkennungen hinzufügt, und die Subzentralen die Nachrichten immer zur Subzentrale des jeweils in der Folge nächsten Subnetzsystems weiterleiten, bis die Nachrichten die letzte Subzentrale der Folge erreicht haben und von letzterer Subzentrale an den Empfänger weitergeleitet werden.

52. Netzwerksystem nach Anspruch 42 und 49, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentrale des Senders der in den Nachrichten enthaltenden logischen Kennung derjenigen Empfänger, welche mit anderen Subzentralen verbunden sind als der Sender, die in dem Eintrag in der Routingdatenbasis, welcher Eintrag dem jeweiligen Empfänger entspricht, enthaltene Folge von Subzentralenkennungen hinzufügt, und die Subzentralen die Nachrichten anschließend immer an einen Link weiterleiten, über den die jeweils in der Folge nächste Subzentrale erreichbar ist, und der Link die Nachrichten an letztere genannte Subzentrale weiterleitet, bis die Nachrichten diejenige Subzentrale erreicht haben, mit welcher ihre Empfänger verbunden sind, und von letzteren Subzentralen an die Empfänger weitergeleitet werden.

53. Netzwerksystem nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentrale des Senders der in den Nachrichten enthaltenden logische Kennung derjenigen Empfänger, welche mit anderen Subzentralen verbunden sind als der Sender, die in dem Eintrag in der Routingdatenbasis, welcher Eintrag dem jeweiligen Empfänger entspricht, enthaltene Folge von Linkkennungen hinzufügt, und die Subzentralen die Nachrichten anschließend zum in der Folge nächsten Link weiterleiten, und der Link die Nachrichten an die jeweils andere mit ihm verbundene Subzentrale weiterleitet, bis die Nachrichten diejenige Subzentrale erreicht haben, mit welcher der Empfänger verbunden ist, und von letzterer Subzentrale an den Empfänger weitergeleitet werden.

54. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 51 bis 53, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentralen die Routingdatenbasen selbständig oder auf Anforderung untereinander austauschen und ihre eigenen Routingdatenbasis in Abhängigkeit von den Routingdatenbasen der anderen Subzentralen aktualisieren.

55. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Subnetzsysteme zu einer Ringtopologie verbunden sind, so daß jede Subzentrale direkt oder über einen Link mit genau zwei anderen Subzentralen verbunden ist, und durch unidirektionales Verfolgen der Subzentralen über diese Verbindungen nacheinander alle Subzentralen des Gesamtsystems erreicht werden und schließlich die anfängliche Subzentrale wieder erreicht wird.

56. Netzwerksystem nach Ansprüchen 45 und 55, dadurch gekennzeichnet, daß die Subzentralen Nachrichten

28

an Empfänger, welche mit anderen Subzentralen verbunden sind als der Sender, an die Subzentralen der Empfänger weiterleiten, wobei

- i. die Subzentrale des Senders die Nachrichten an eine beliebige mit ihr verbundene Subzentrale bzw. Link weiterleitet,
- ii. ein Link die Nachrichten an diejenige Subzentrale weiterleitet, von welcher er die Nachricht nicht empfangen hat,
- iii. jede weitere Subzentrale die Nachrichten an die mit ihr verbundenen Empfänger weiterleitet und, falls die Nachricht an weitere Empfänger gerichtet ist, die Nachrichten in derselben Richtung direkt oder über einen Link an die jeweils nächste Subzentrale weiterleitet, bis die Nachrichten an alle Empfänger weitergeleitet wurden oder bis die Nachrichten die Subzentrale des Senders wieder erreicht haben und letztere Subzentrale die Nachrichten entweder an den Sender zurückschickt oder vernichtet.

57. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 39 bis 56, dadurch gekennzeichnet, daß die Links oder Subzentralen eine Auswahl von Nachrichten, die von einem Subnetzsystem zu einem anderen weitergeleitet werden dürfen, anhand von Kriterien - Politik genannt - vornehmen.

58. Netzwerksystem nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Link oder jede Subzentrale seine bzw. ihre eigene Politik besitzt.

59. Netzwerksystem nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, daß die Weiterleitung im gesamten Netzwerksystem nach derselben Politik erfolgt.

60. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 57 bis 59, dadurch gekennzeichnet, daß die Politik der einzelnen Links und/oder Subzentralen während der Laufzeit des Systems veränderbar ist.

61. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 57 bis 59, dadurch gekennzeichnet, daß die Politik der einzelnen Links und/oder Subzentralen fest vorgegeben ist.

62. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 57 bis 60, dadurch gekennzeichnet, daß die Links und/oder Subzentralen ihre Politik auf Anforderung oder selbständig in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen untereinander austauschen und ihre eigene Politik in Abhängigkeit von den Politiken der anderen Links aktualisieren.

63. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 57 bis 62, dadurch gekennzeichnet, daß die Politik der einzelnen Links und/oder Subzentralen mindestens von der Qualität der Nachricht abhängt.

64. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 57 bis 63, dadurch gekennzeichnet, daß die Politik der einzelnen Links und/oder Subzentralen mindestens von der Art des Senders und/oder der Art des Empfängers und/oder dem Benutzer des Senders und/oder dem Quellsystem und/oder dem Zielsystem und/oder der Übertragungseinrichtungen zwischen den Subnetzsystemen abhängt.

65. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 39 bis 64, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß - insbesondere ein System-Service - nach einem der Ansprüche 2 oder 4 gleichzeitig parallele Kommunikationsverbindungen zu Zentralen mindestens zweier Subnetzsysteme aufbaut.

66. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 39 bis 65, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß - insbesondere ein System-Service - nach Anspruch 3 Verbindungen von den Zentralen

DE 199 18 896 A 1

29

mindestens zweier Subnetzsysteme akzeptiert.

67. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die logische Struktur fest vorgegeben ist.

68. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die logische Struktur während der Laufzeit des Systems veränderbar ist.

69. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem Peripherieprozeß die Informationen, welche Peripherieprozesse und/oder System-Services und/oder Links und/oder Zentralen mit welcher Zentrale verbunden sind, zugänglich sind.

70. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem Peripherieprozeß die Informationen, welchen Peripherieprozessen und/oder System-Services und/oder Links und/oder Zentralen es erlaubt ist, mit welcher Zentrale Verbindungen aufzubauen bzw. welche Zentrale zu welchen Peripherieprozessen und/oder System-Services und/oder Links und/oder Zentralen Verbindungen aufbauen darf, zugänglich sind.

71. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem Peripherieprozeß die Kriterien der Autorisierungsprüfungen, welche die Zentralen vor der Weiterleitung der Nachrichten durchführen, und/oder die Übertragungspolitiken der Links und/oder Zentralen zugänglich sind.

72. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 69 bis 71, dadurch gekennzeichnet, daß ein Peripherieprozeß, welchem die in einem der Ansprüche 69 bis 71 beschriebenen System-Informationen zugänglich sind, ein System-Service ist und genannter System-Service genannte System-Informationen anderen Peripherieprozessen zur Verfügung stellt.

73. Netzwerksystem nach Anspruch 68 und einem der Ansprüche 69 bis 71, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß die in einem der Ansprüche 69 bis 71 beschriebenen System-Informationen modifizieren kann.

74. Netzwerksystem nach Anspruch 68 und 72, dadurch gekennzeichnet, daß der System-Service, welchem die jeweiligen System-Informationen zugänglich sind, die System-Informationen aufgrund einer Transaktionsaufforderung von einem Service-Client modifizieren kann.

75. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 73 oder 74, dadurch gekennzeichnet, daß die betroffenen Zentralen und/oder Links und/oder Peripherieprozesse die modifizierten System-Informationen unmittelbar übernehmen.

76. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Zentrale und/oder mindestens ein Peripherieprozeß außerhalb von allen Firewallschutzonen ausgeführt wird/werden.

77. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Zentrale und/oder mindestens ein Peripherieprozeß innerhalb von mindestens einer Firewallschutzzone ausgeführt wird/werden.

78. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß mindestens eine Verbindung zu mindestens einem Service nach dem Stand der Technik - traditioneller Service genannt - aufbaut.

30

79. Netzwerksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß mindestens eine Verbindung von mindestens einem Client nach dem Stand der Technik - traditioneller Client genannt - akzeptiert.

80. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 78 oder 79, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Verbindung zwischen einem Peripherieprozeß und einem traditionellen Client und/oder traditionellen Service durch mindestens einen Firewall hindurch führt.

81. Netzwerksystem nach einem der Ansprüche 78 bis 80, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Peripherieprozeß, welcher mit mindestens einem traditionellen Service und/oder Client verbunden ist, Daten oder Funktionen des(r) traditionellen Service(s) und/oder Clients anderen Peripherieprozessen zur Verfügung stellt, so daß genannte andere Peripherieprozesse Zugriff auf die Daten und Funktionen des(r) traditionellen Services und/oder Clients erhalten ohne direkte Verbindungen zu genanntem(n) traditionellen Service(s) und/oder Clients aufzubauen.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

Int. Cl.7:

Offenlegungstag:

DE 199 18 896 A1

G 06 F 15/173

2. November 2000

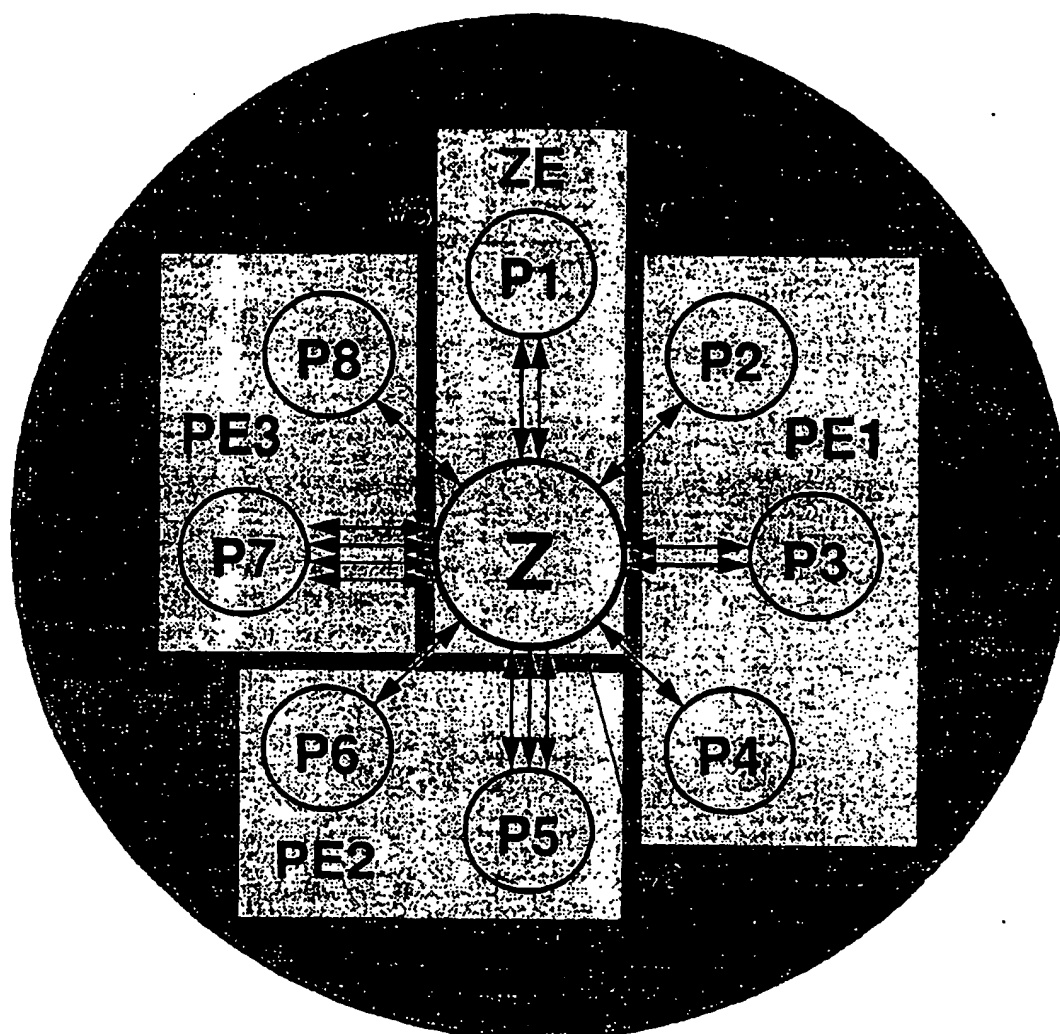
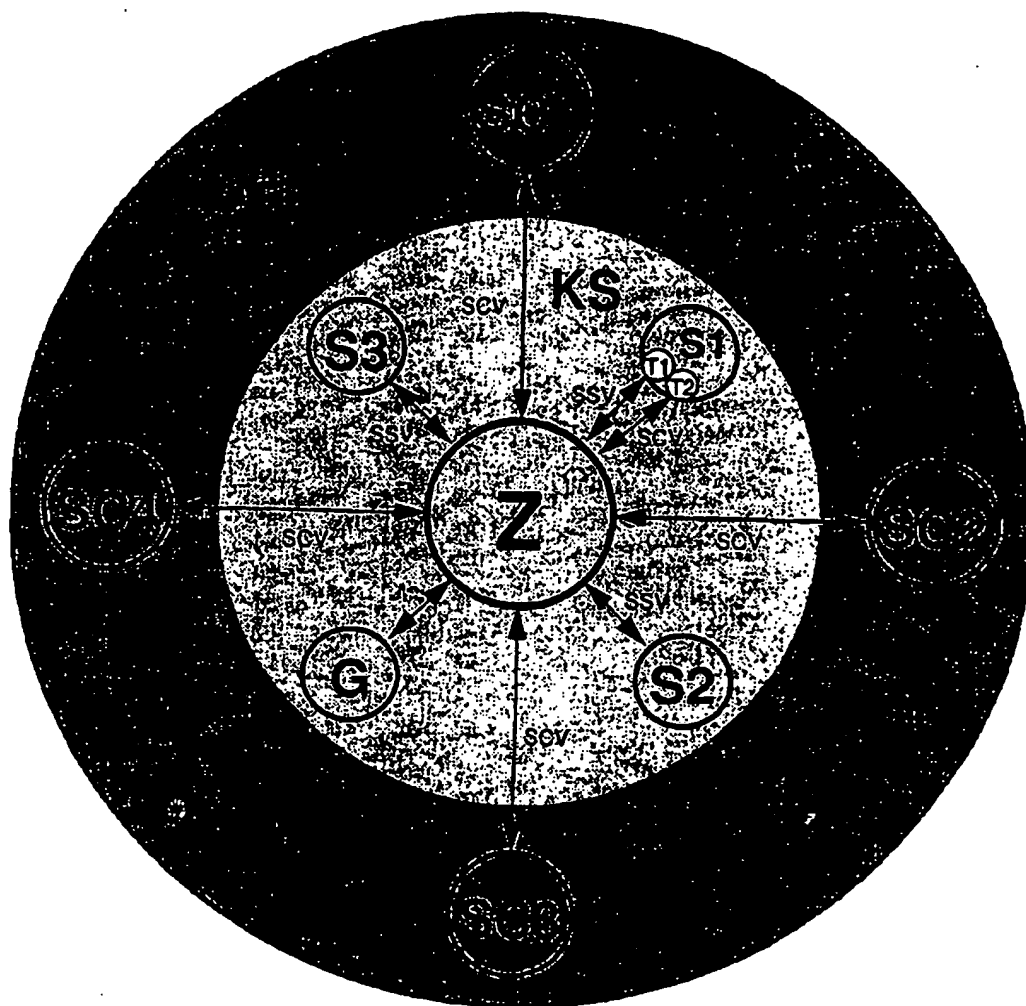


Abbildung 1

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:
Int. CL?:
Offenlegungstag:

DE 199 18 896 A1
G 06 F 15/173
2. November 2000

**Abbildung 4**

ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:

Int. Cl.7:

Offenlegungstag:

DE 199 18 896 A1

G 06 F 15/173

2. November 2000

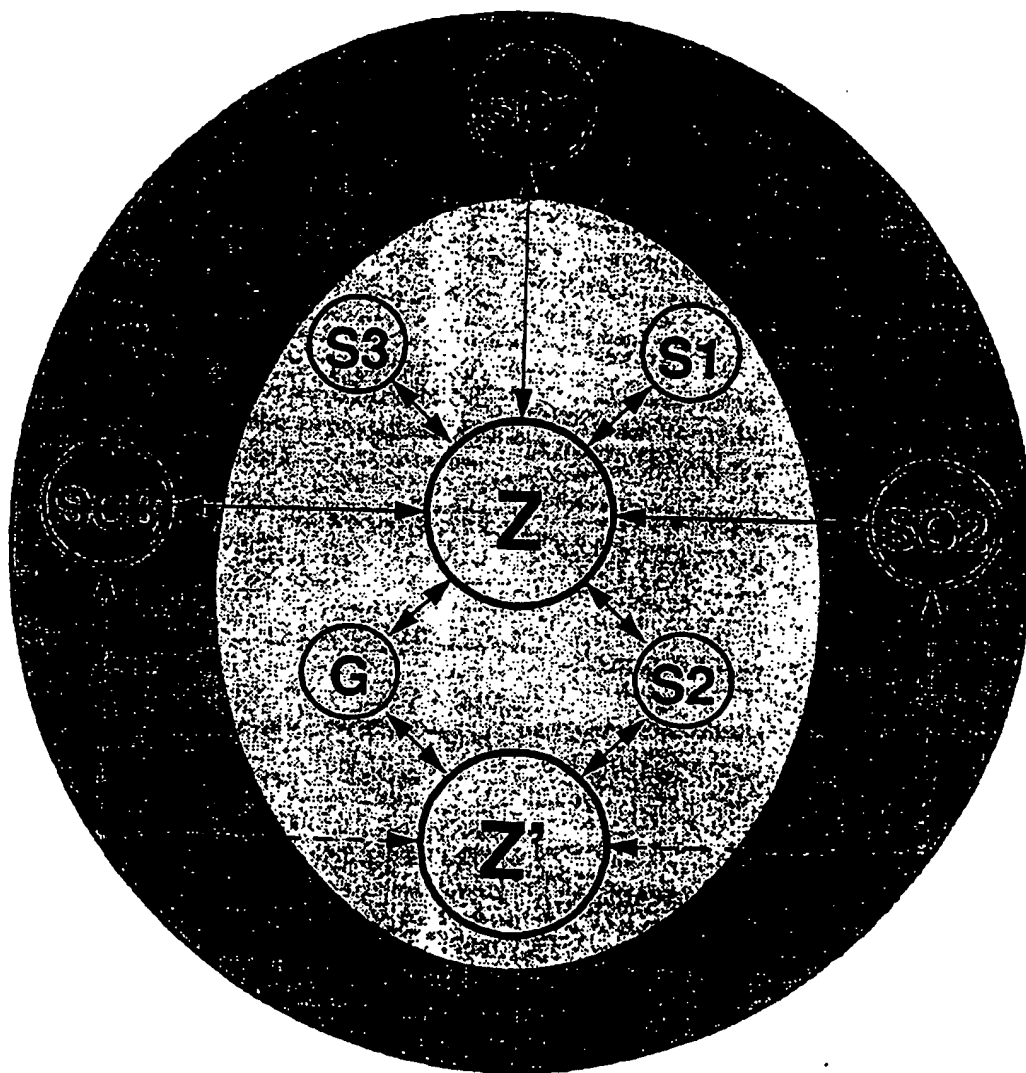
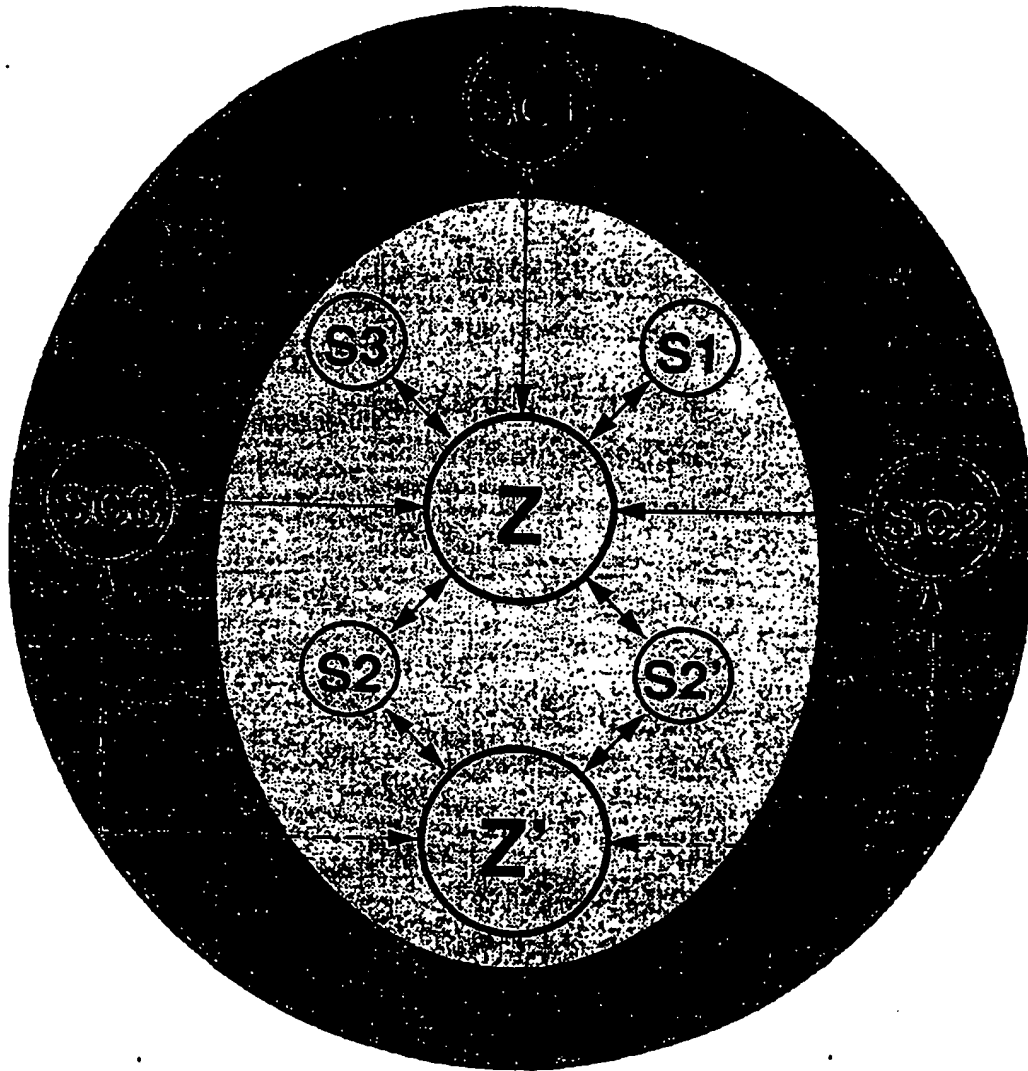


Abbildung 5

ZEICHNUNGEN SEITE 6

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 199 18 886 A1
G 06 F 15/173
2. November 2000

**Abbildung 6**

ZEICHNUNGEN SEITE 7

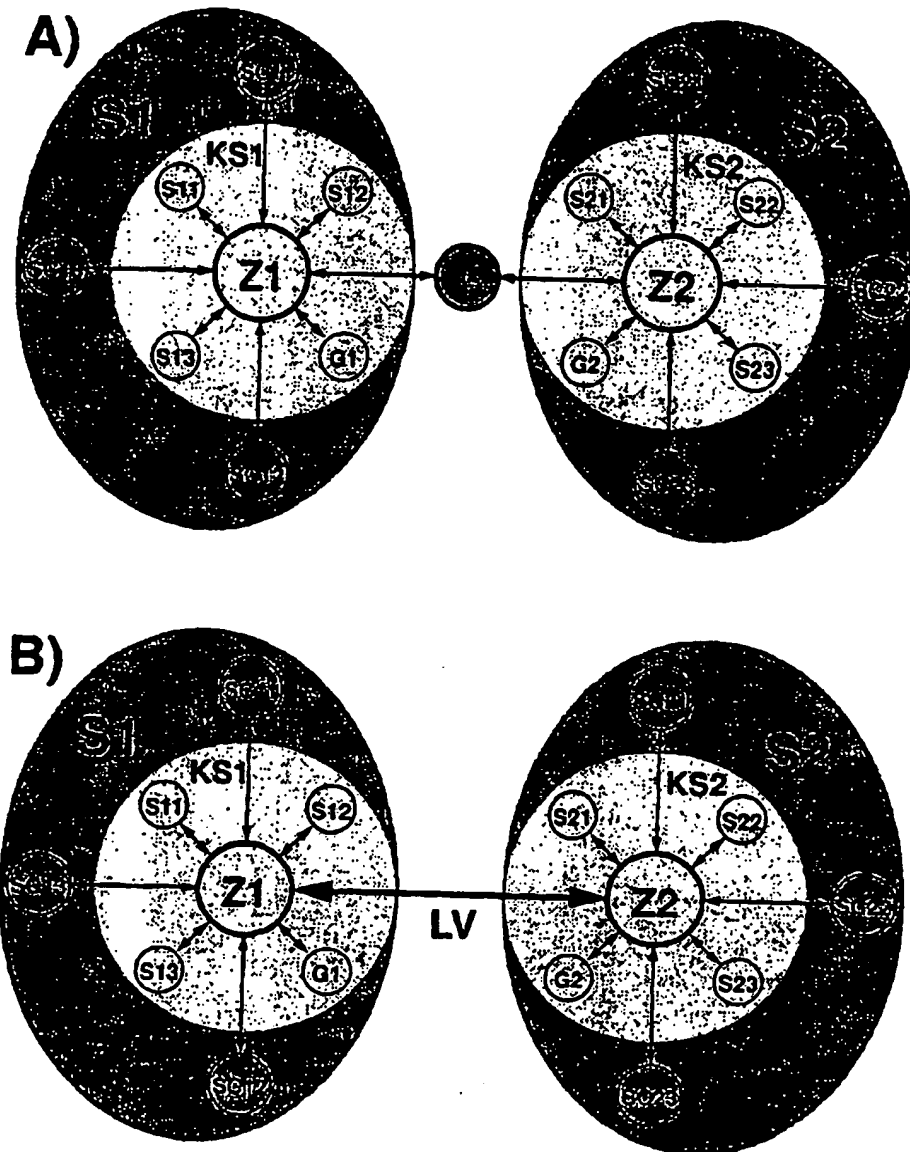
Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:DE 189 18 898 A1
G 08 F 15/173
2. November 2000

Abbildung 7

ZEICHNUNGEN SEITE 8

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 199 18 896 A1
G 06 F 15/173
2. November 2000

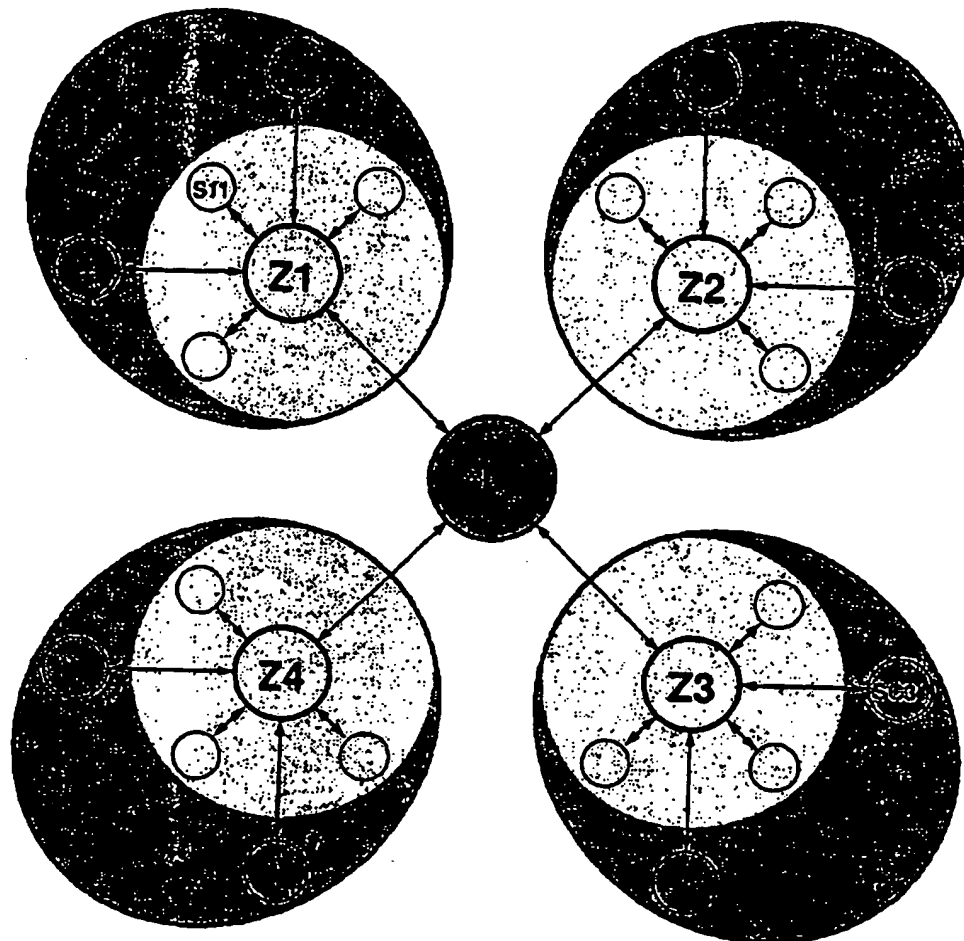


Abbildung 8

ZEICHNUNGEN SEITE 9

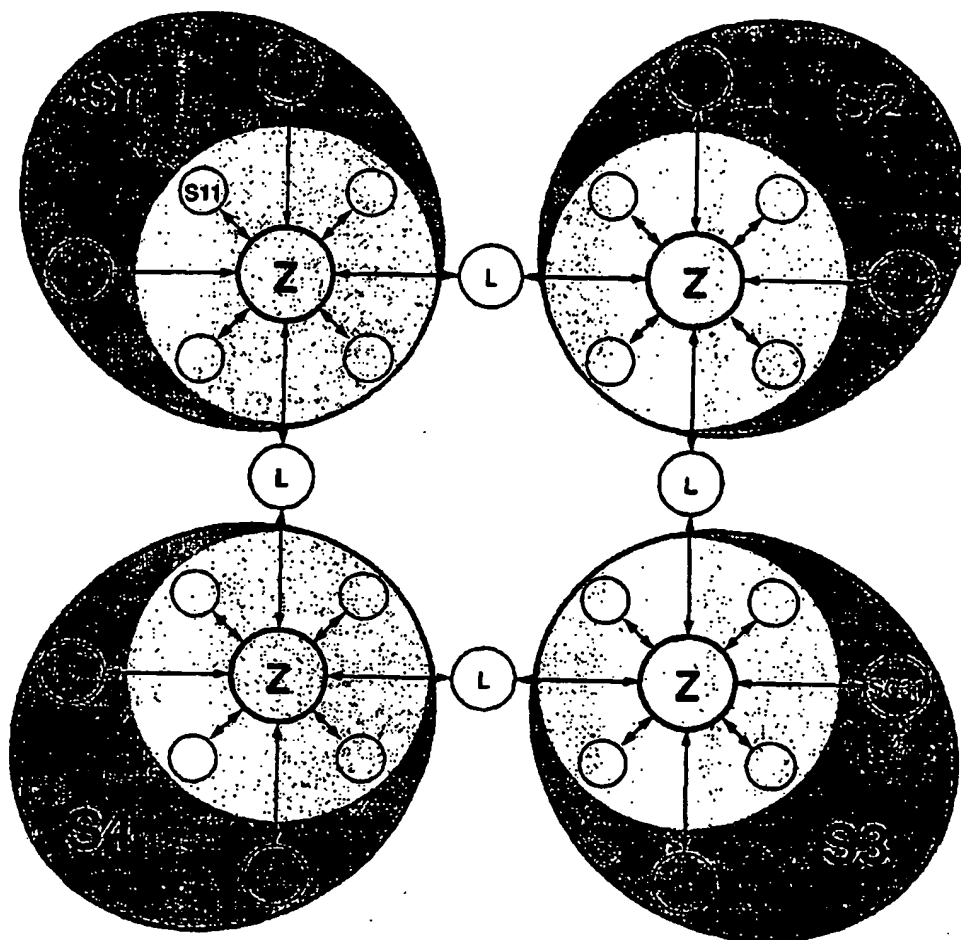
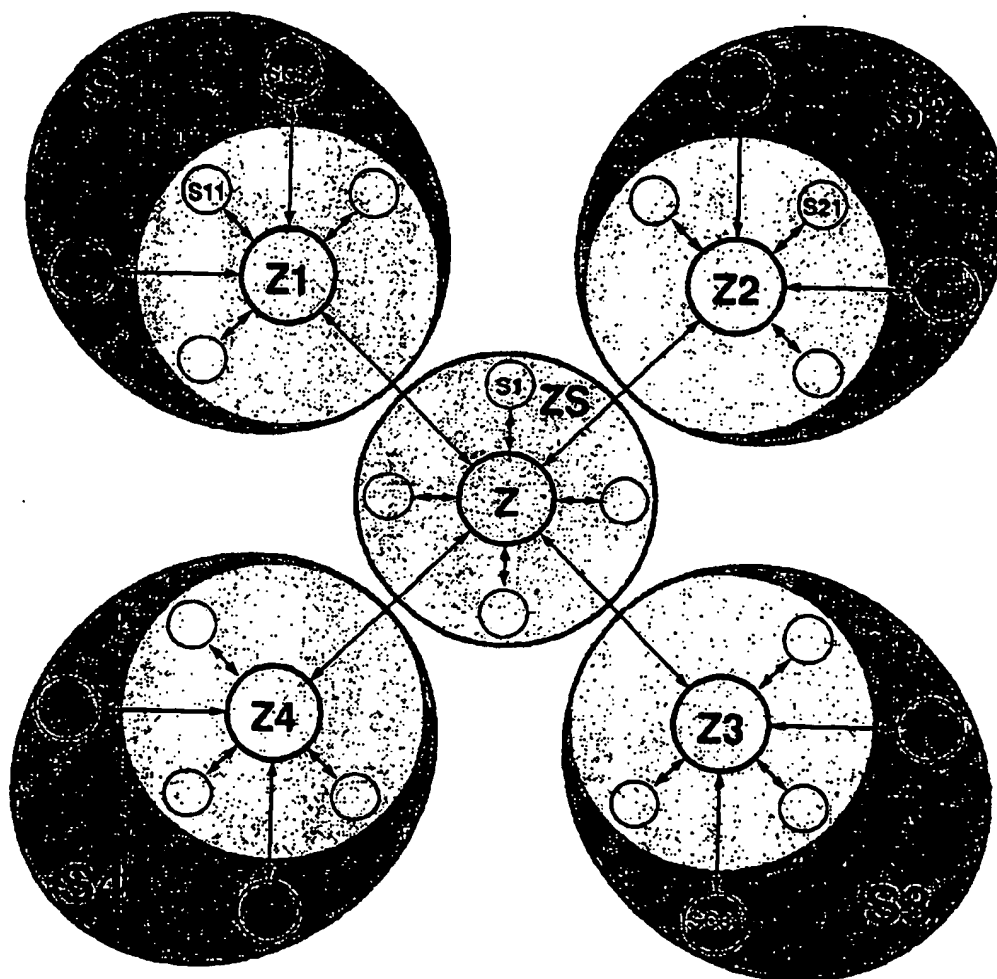
Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:DE 199 18 896 A1
G 06 F 15/173
2. November 2000

Abbildung 9

ZEICHNUNGEN SEITE 10

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

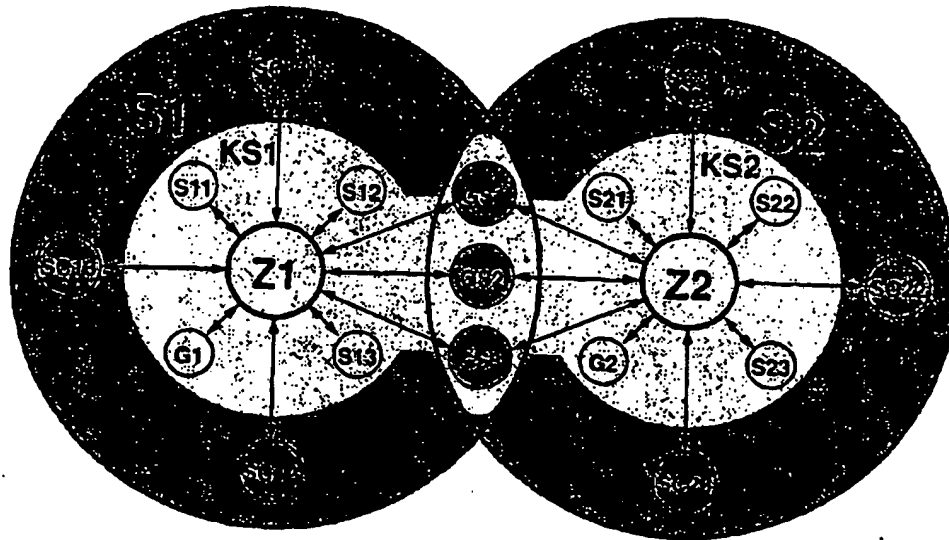
DE 189 18 896 A1
G 06 F 18/173
2. November 2000

**Abbildung 10**

ZEICHNUNGEN SEITE 11

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

DE 199 18 896 A1
G 06 F 15/173
2. November 2000

**Abbildung 11**

ZEICHNUNGEN SEITE 12

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 199 18 898 A1
G 06 F 15/173
2. November 2000

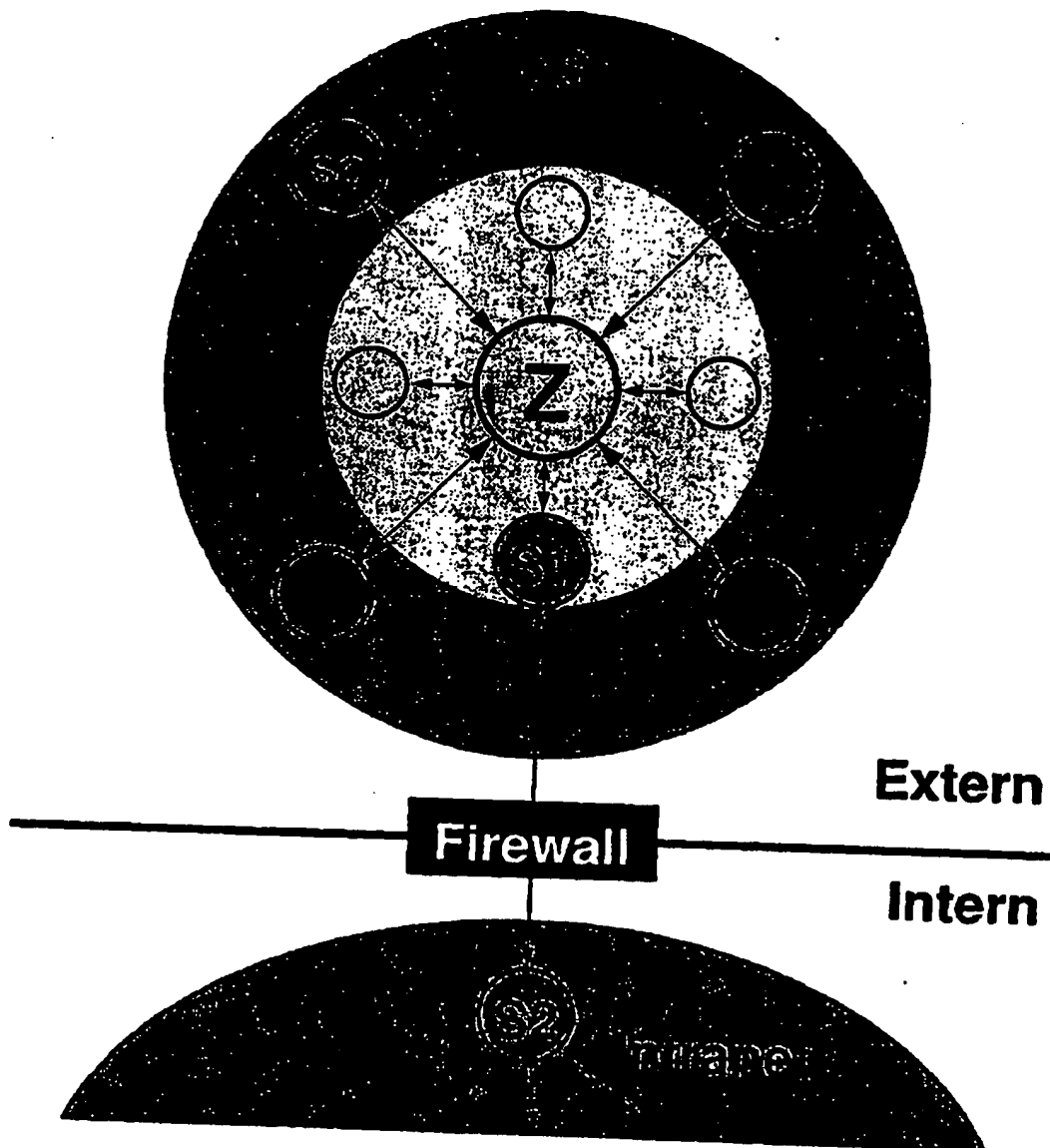


Abbildung 12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☒ **SKewed/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.